

**TUGAS AKHIR**  
(KL 1702)

**PERENCANAAN BANGUNAN  
PENGAMAN DAN PELINDUNG PANTAI  
AKIBAT EROSI DI PANTAI CIKONENG - CARITA  
JAWA BARAT**



RSke  
627.58  
San  
p-1  

---

2000

Oleh :

ROFIQ SANTOSO

NRP. 4394.100.012

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2000**

Rp. 30.000.-

PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	1/12/2000
Terdapat di	H
No. Angkutan	21.2434

**PERENCANAAN BANGUNAN  
PENGAMAN DAN PELINDUNG PANTAI  
AKIBAT EROSI DI PANTAI CIKONENG - CARITA  
JAWA BARAT**

**TUGAS AKHIR**

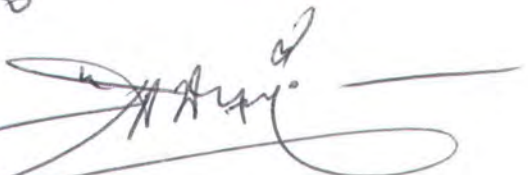

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Jurusan Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing I**

  
**Ir. ARIEF SOEROSO, M.Sc.**  
**NIP. 130 937 968**

**Dosen Pembimbing II**

29/2/00  
  
  
**Ir. HASAN IKHWANI, M.Sc.**  
**NIP. 132 048 145**

**SURABAYA  
Februari, 2000**



“ . . . Allah meninggikan orang yang beriman diantara  
kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan,  
beberapa derajat . . . ”

(Qs . Al Mujaadalah : 11)



## ABSTRAK

Pantai Cikoneng merupakan daerah pariwisata di Jawa Barat. Kawasan ini telah dilindungi oleh bangunan pelindung berupa seawall, namun erosi masih berlangsung dan sebagian seawall sudah mengalami kerusakan di beberapa tempat. Oleh karena itu perlu adanya studi perencanaan bangunan pengaman dan pelindung pantai gabungan yang merupakan pelindung tambahan dalam membantu mengatasi permasalahan erosi di Pantai Cikoneng.

Analisa data berupa peninjauan lapangan, data bathymetry, gelombang, arus, angin, pasang dan perencanaan yang terpadu yang merupakan langkah awal untuk mengetahui kondisi Pantai Cikoneng. Setelah analisa data, dilanjutkan dengan analisa shoaling dan refraksi untuk memperoleh informasi gelombang pecah yang terjadi. Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan dengan metode Komar, untuk memprediksi daerah yang mengalami erosi. Hasil analisa diatas diperoleh kemunduran garis pantai rata-rata adalah sebesar  $-0.698$  m/tahun dan analisa erosi akibat arus laut dan gelombang menunjukkan terjadinya longshore sediment transport.

Perencanaan alternatif pelindung pantai yang sesuai adalah groin. Perencanaan bangunan groin berupa rubble mound groin, bahan penyusun berupa batu alam, panjang groin 50-60 meter, tinggi groin 2.3 meter dan penempatan groin diletakkan pada pias 2, 6 dan 11. Sehingga diharapkan rubble mound groin ini mampu mengatasi permasalahan erosi di Pantai Cikoneng.



## KATA PENGANTAR

.... ‘ Katakanlah : “Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui ?, Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran’ (Qs. Az-Zumar : 9)

Alhamdulillah, akhirnya semuanya terwujud karena izin Allah SWT dan segala puji bagi-Nya yang telah memberikan sebutir zarah ilmu dari dunia pengetahuan-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dan tak lupa shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Rosulullah Muhammad SAW, yang telah membimbing dan membawa kita kepada jalan yang benar.

Atas kehendak-Nya juga, setelah melalui perjalanan yang panjang dan melelahkan penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan judul “Perencanaan Bangunan Pengaman dan Pelindung Pantai Akibat Erosi di Pantai Cikoneng-Carita Jawa Barat”, penulis coba menterjemahkan semua ilmu yang diperoleh selama penulis studi di Jurusan Teknik Kelautan ITS sebagai suatu syarat untuk menyelesaikan Studi Strata-1 (S-1).

Semua karya manusia tak pernah ada yang sempurna, karena tak ada gading yang tak retak. Seperti juga Tugas Akhir ini, masih banyak yang harus dibenahi dan

dari yang diharapkan. Oleh karenanya saran dan kritiklah yang akan memberi nilai tambah, sehingga penulis sadar bahwa masih banyak yang harus pelajari.

Akhirnya, semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Februari 2000

Rofiq Santoso



## UCAPAN TERIMA KASIH

"Satu diantara seribu kelalaian, yang menjebak sejarah kehidupan kami, ialah menghitung seberapa banyak amalan yang kami perbuat, tanpa peduli dosa-dosa yang telah kami lakukan, seperti layaknya Cangkang yang terbuang di jalan yang selanjutnya tak berarti apa-apa"

Tugas Akhir ini tak lepas dari bantuan baik langsung maupun tidak langsung dari banyak pihak, dan Semoga Allah SWT membalasnya dengan ganjaran tanpa terbilang. Secara khusus, ucapan terima kasih ini juga ditujukan bagi mereka yang secara langsung terkait dengan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Bapak dan Mamah tercinta, karena tetesan air mata doa dan keringatnya ananda dapat mencapai semua ini. Juga Mba' Lina, Mas Eko, Arief<sup>silvie</sup>, Eva, Indra, dan Angga tercinta atas semua dukungan moral maupun fisik yang telah diberikan selama ini. Semoga Allah SWT memberikan kebahagiaan kepada mereka untuk selamanya.
2. Bapak Ir. Mas Murtedjo, M.Eng. selaku dosen wali, atas keikhlasannya memberikan nasehat selama penulis menempuh studi di Jurusan Teknik Kelautan ITS.
3. Bapak Ir. Arief Soeroso, M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama atas bimbingan dan arahnya sejak dari proses penggalan ide sampai selesainya Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua atas bimbingan dan nasehat yang diberikan selama ini.
5. Bapak Dr. Ir. Paulus Indiyono, M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Kelautan.

6. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kelautan.
7. Seluruh dosen Jurusan Teknik Kelautan dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Kelautan ITS, atas segala bantuannya.
8. Keluarga Kedung Tarukan, Bapak dan Ibu untuk doa dan harapannya.
9. Anugerah terindah yang pernah Tuhan berikan kepadaku *Santi Agustianis*-kau segalanya bagiku- yang selalu setia dalam suka dan duka memberikan cinta serta kasih sayangnya, yang selalu sabar menghadapi ego-ku, dan untuk seluruh keikhlasan doa dan harapannya.
10. Pimpinan dan staf Puslitbang Pengairan P.U Jawa Barat atas bantuan dan dukungannya.
11. Keluarga Besar Gebang Roda 2, Keluarga Sidosermo (*Eyang Kakung, Eyang putri, Ibu dan Dien*), Keluarga Gubeng Kertajaya (*Mamah dan Mba' Nindya*) atas dukungan dan doanya.
12. Teman-teman Laut'94, "Back", Ongko, Midi, Sempel, A-Ghos, Singo, Sayang (GM), Erstian"plus Ratih" (*terima kasih untuk semuanya*) dan khususnya teman-teman seperjuangan "*Kloter 2 Laut '94*" dalam Ujian Tugas Akhir. Serta adik-adik Laut '95, '96, '97, '98, dan '99 untuk semua doa dan dukungannya.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan, semoga Allah membalas semuanya.



## DAFTAR ISI

	Halaman
PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Perumusan Masalah	I-5
I.3 Tujuan dan Manfaat	I-6
I-4 Batasan Masalah	I-7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
II.1 Erosi Pantai	II-1
II.2 Karakteristik Gelombang Laut	II-6
II.3 Klasifikasi Gelombang	II-7
II.4 Transformasi Gelombang	
II.4.1 Wave Shoaling	II-9
II.4.2 Wave Refraction	II-11
II.4.3 Wave Defraction	II-13
II.4.4 Wave Breaking	II-14
II.5 Littoral Currents	II-15
II.6 Sediment Transport	
II.6.1 Longshore Sediment Transport	II-16
II.6.2 Cross-shore Sediment Transport	II-17
II.7 Pemodelan Perubahan Garis Pantai	II-18
II.8 Alternatif Bangunan Pelindung Pantai	II-22

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Peninjauan Lapangan	III-2
III.2 Kompilasi Data	III-2
III.3 Peramalan Gelombang	III-3
III.4 Kondisi Phisik Pantai	III-3
III.5 Analisa Data	III-4
III.6 Perencanaan Bangunan Pelindung Dan Pengaman Pantai	III-5

### BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

IV.1 Kondisi Umum	
IV.1.1 Rona Lingkungan Awal	IV-1
IV.1.2 Kondisi Pantai Cikoneng	IV-3
IV.1.3 Bentuk Profil Pantai Cikoneng	IV-4
IV.2 Analisa Kondisi Lingkungan Pantai Cikoneng	
IV.2.1 Kondisi Angin	IV-5
IV.2.2 Kondisi Pasang Surut	IV-6
IV.2.3 Kondisi Arus	IV-6
IV.2.4 Kondisi Gelombang Akibat Angin	IV-7
IV.3 Analisa Refraksi, Shoaling Dan Gelombang Pecah	IV-18
IV.4 Analisa Perhitungan Perubahan Garis Pantai	IV-20
IV.5 Analisa Erosi Pantai Cikoneng	IV-25

### BAB V PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

V.1 Struktur Bangunan Pelindung Pantai	V-1
V.2 Struktur Groin	
V.2.1 Pengertian Groin	V-2
V.2.2 Tipe Groin	V-4
V.2.3 Fungsi Operasional Groin	V-4
V.3 Perencanaan Groin	
V.3.1 Panjang dan Spasi Groin (Lay Out)	V-7
V.3.2 Tinggi Groin	V-9
V.3.3 Bahan Lapis Lindung Groin	V-9



V.3.4 Sifat-Sifat Bahan Lapis Lindung	V-10
V.3.5 Tipe Bahan Lapis Lindung (armour unit)	V-14
V.3.6 Berat Batu	V-16
V.3.7 Lebar Puncak	V-17
V.3.8 Tebal Lapis Lindung	V-17
V.3.9 Panjang Tumit Pelindung	V-18

## BAB VI PENUTUP

VI.1 Kesimpulan	VI-1
VI.2 Saran	VI-2

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN - LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karakteristik gelombang	II-7
Gambar 2.2 Refraksi gelombang untuk kontur paralel	II-12
Gambar 2.3 Difraksi gelombang	II-13
Gambar 2.4 Dua jenis Longshore transport	II-17
Gambar 2.5 Pembagian garis pantai dalam beberapa pias/sel	II-19
Gambar 2.6 Volume sel akibat littoral dan perubahan Garis pantai	II-20
Gambar 2.7 Hubungan antara $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_b$	II-22
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penulisan	III-1
Gambar 4.1 Koefisien koreksi kecepatan terhadap perbedaan tempratur	IV-10
Gambar 4.2 Koefisien koreksi terhadap pencatatan kecepatan di darat	IV-10
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara $H_s, T_s, U, U_A,$ dan Fetch efektif	IV-12
Gambar 4.4 Penarikan garis-garis fetch di Pantai Cikoneng	IV-13
Gambar 4.5 Grafik Pias garis pantai di Pantai Cikoneng	IV-27
Gambar 4.6 s/d 4.11 Grafik perubahan garis pantai di Pantai Cikoneng	IV-28
Gambar 5.1 Seri bangunan groin dan perubahan garis pantai yang ditimbulkannya	V-3
Gambar 5.2 Beberapa tipe groin	V-5
Gambar 5.3 Groin dari tumpukan batu	V-14
Gambar 5.4 Tampang lintang groin hasil perhitungan	V-19



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi gelombang menurut perbandingan $h/l$	II-8
Tabel 4.1	Kelembaban udara daerah Serang	IV-2
Tabel 4.2	Kondisi penyinaran matahari daerah Serang	IV-2
Tabel 4.3	Prosentase kejadian angin keseluruhan tahun 1985-1991 untuk stasiun meteorologi Serang	IV-6
Tabel 4.4	Perhitungan fetch efektif lokasi Pantai Cikoneng	IV-17
Tabel 4.5	Hasil perhitungan gelombang angin di lokasi	IV-18
Tabel 4.6	Hasil perhitungan analisa refraksi gelombang Pantai Cikoneng	IV-20
Tabel 5.1	Hasil perhitungan panjang dan spasi groin serta penempatan dalam pias	V-8
Tabel 5.2	Nilai $K_b$	V-13

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PROGRAM ANALISA PERHITUNGAN REFRAKSI GELOMBANG

LAMPIRAN B PROGRAM ANALISA PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS

• PANTAI TANPA BANGUNAN PELINDUNG

LAMPIRAN C PROGRAM ANALISA PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS

PANTAI DENGAN BANGUNAN PELINDUNG

LAMPIRAN D FOTO-FOTO KERUSAKAN PANTAI CIKONENG-CARITA

LAMPIRAN E PETA LOKASI DAN PETA BATHIMETRY

PANTAI CIKONENG-CARITA



“.. Hakekat Semesta Yang Menumbuhkan Benih  
Semoga Tombak Adalah  
Apabila Datang Masa Putra Putri  
Mengembara di Angin, di Matahari  
Bila Jauhlah Terbang Layang Sebenih  
Sampai Biji Jatuh di Lahan Asing  
Sebab Begitulah Menghendaki  
Yang Maha Wibawa  
Agar Cadas Miskin Berbuah Kemenangan ..”

## BAB I PENDAHULUAN



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki luas daratan  $\pm$  1,9 juta  $\text{km}^2$  dan lautan 3,27 juta  $\text{km}^2$  dengan panjang garis pantai mencapai  $\pm$  80.000 km. Permasalahan yang biasa dimiliki oleh negara dengan panjang garis pantai yang cukup besar adalah erosi pantai, tidak terkecuali Indonesia. Erosi pantai mulai mendapat perhatian pada dekade terakhir ini, namun dengan dana dan tenaga ahli yang kurang mengakibatkan semakin meluasnya daerah pantai yang rusak.

Jawa Barat merupakan salah satu daerah kunjungan wisata domestik dan manca negara yang cukup ramai, selain daerah-daerah lain di Indonesia. Sebagai daerah pilihan wisata propinsi Jawa Barat memiliki daerah kunjungan wisata yang cukup lengkap, dimulai dari daerah pegunungan dengan pemandangan yang cukup memikat sampai daerah pantainya yang indah.

Kawasan pantai antara Anyer sampai Carita merupakan pantai yang berbatu karang, beberapa lokasi dari pantai itu merupakan pantai yang berpasir putih dan sebagian berpasir hitam.

Pantai barat Jawa Barat antara Anyer sampai Carita sebagian besar merupakan daerah wisata. Pemanfaatan lahan terbanyak berupa hotel/motel, taman rekreasi dan beberapa tempat diusahakan sebagai tambak udang. Kawasan pantai ini mengalami kerusakan akibat proses erosi dan ulah manusia yang terjadi di banyak tempat, sehingga apabila hal ini berlanjut terus menerus akan mengurangi fungsi pantai sebagai daerah wisata.

Kerusakan pantai yang umumnya terjadi pada pantai berkarang sudah semakin parah, sedangkan untuk pantai berpasir hanya sebagian kecil yang mengalami kerusakan, hal ini dikarenakan pantai berpasir umumnya terletak antara dua tanjung sehingga pantai tersebut membentuk kantong-kantong (*head lad*) yang stabil.

Daerah pantai merupakan daerah yang mengalami perubahan yang dinamis dalam skala ruang dan waktu, baik secara vertikal maupun perubahan secara lateral yang berbentuk akresi, abrasi dan erosi pantai. Perubahan-perubahan pantai tersebut bisa bersifat positif ataupun negatif.

Akibat negatif dari akresi yaitu pendangkalan muara, pelabuhan dan terganggunya aliran sungai, dan segi negatifnya adalah dengan adanya penambahan luas daratan.

Sebagian besar kawasan wisata Cikoneng-Carita sepanjang  $\pm 26$  km, telah mengalami abrasi dan erosi



yang aktif (Pangluar dkk,1994). Akibat abrasi dan erosi pantai tersebut telah mengancam terhadap perumahan, jalan raya, hotel-hotel, dan mengganggu kenyamanan penduduk. Pertumbuhan ekonomi di daerah ini cukup pesat didukung dengan adanya perkembangan industri di Cilegon, perikanan/tambak, dan penanaman modal bisnis wisata dan pemukiman. Sehingga berkumpulnya semua aktifitas yang memiliki kepentingan dan tujuan yang berlainan dalam suatu kawasan yang relatif kecil ini, menimbulkan permasalahan yang cukup kompleks dalam pengelolaannya. Masalah yang kerap muncul adalah kerusakan lingkungan, pemanfaatan pantai untuk umum yang tidak jelas dan aturan batas-batas pemilikan yang sulit diterapkan.

Pada lokasi studi yang ditinjau pada Tugas Akhir ini yaitu Pantai Cikoneng terdapat masalah berupa erosi dan abrasi terus menerus, hal ini antara lain disebabkan karena garis pantai yang tegak atau bertebing yang membentuk undakan dengan ketinggian berkisar 0,5-1,0 m. Daratan di belakang garis pantai merupakan daerah pemukiman dan menara suar (lihat lampiran).

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa kawasan Pantai Cikoneng-Carita mengalami pengerusakan pantai akibat proses erosi dan abrasi yang disebabkan oleh alam dan manusia. Saat ini kawasan pantai tersebut



mengalami perubahan garis pantai akibat erosi yang cukup berat, ditambah lagi pengambilan material pasir pantai yang dilakukan oleh penduduk sekitar menambah semakin parah kondisi di kawasan ini.

Penulisan Tugas Akhir ini dikhususkan untuk menganalisa proses erosi dan pola pengaman dan perlindungan kawasan pantai di Cikoneng. Pantai Cikoneng berlokasi di Desa Cikoneng kecamatan Anyer KM 130 dari arah Jakarta. Di lokasi ini terdapat mercu suar untuk memandu kapal yang akan masuk ke Pelabuhan Banten dan pelabuhan-pelabuhan di daerah industri Cilegon. Erosi/abrasi pantai telah merusak kawasan ini sejak lama dan proses erosi berlanjut hingga saat ini. Kerusakan dimulai dari muara Sungai Cikoneng ke arah selatan. Pantai Cikoneng termasuk pantai dengan karakteristik pantai berbatu karang dengan sedikit pasir yang mengendap di bagian hilir muara Sungai Cikoneng.

Untuk mencegah erosi lebih lanjut, beberapa pemilik lahan di kawasan ini membuat bangunan pelindung berupa tembok laut dan groin di sekitar pantai, namun saat ini kondisinya cukup rusak dikarenakan beberapa hal antara lain; kemiringan tembok, ketebalan tembok dan adanya air limpasan akibat gelombang. Sehingga diperlukan adanya suatu konsep pengaman kerusakan yang bersifat menyeluruh, mengingat kondisi pantai

Cikoneng-Carita yang telah terlanjur rusak dan pola pengamanan pantai yang tidak dapat dilaksanakan sepotong-sepotong, untuk menghindari dampak negatif yang akan muncul.

Untuk mengatasi semua permasalahan di atas, perlu diadakan kajian terhadap pelindung pantai yang sudah ada dan dilakukan studi perencanaan bangunan pengaman dan pelindung pantai akibat erosi yang sesuai untuk daerah perairan pantai Cikoneng-Carita serta yang mampu melindungi kawasan ini secara menyeluruh dan terpadu.

Ada beberapa alternatif metode perlindungan pantai yang mungkin dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas. Salah satu bentuk perlindungan pantai yang memungkinkan berupa bangunan yang mampu menangkap sedimen. Alternatif bangunan yang dapat dipergunakan yaitu berupa bangunan yang mampu menangkap perpindahan sedimen atau groin. Dengan adanya bangunan groin tersebut diharapkan perpindahan sedimen pantai dapat dikendalikan.

### **I.3 PERUMUSAN MASALAH**

Dalam Tugas Akhir ini yang akan dilakukan adalah membuat desain groin tegak lurus pantai dan sejajar pantai yang memenuhi spesifikasi standart dari konstruksi groin pada lokasi, yaitu di Pantai Cikoneng. Desain tersebut meliputi dimensi-dimensi groin, seperti



tinggi groin, lebar puncak groin, lebar dasar groin, panjang groin, jarak antar groin, serta perhitungan yang telah memenuhi ketentuan stabilitasnya. Desain tersebut didasarkan pada data-data gelombang, arus, pasang surut dan volume sedimen transport yang terjadi serta elevasi muka air yang terjadi di lokasi.

Dari hasil desain dimensi ditinjau pula stabilitas konstruksi yang dihitung berdasarkan berat satuan batu pelapis. Batu pelapis ini dapat mempergunakan batu alam atau batu buatan seperti tetrapod, quadripod, hexapod, tribar, dolos, A-jack, dan dapat pula kubus.

Secara terstruktur perumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan suatu bangunan pelindung pantai akibat erosi sesuai dengan kondisi di Pantai Cikoneng-Carita ?
2. Bagaimana spesifikasi suatu bangunan pelindung pantai yang mampu mengatasi permasalahan transport sedimen pantai ?

### **I.3 TUJUAN DAN MANFAAT**

Keseluruhan pengerjaan Tugas Akhir ini akan diharapkan dapat dicapai beberapa tujuan. Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :



1. Merencanakan bangunan pengaman dan pelindung pantai Cikoneng dengan groin yang secara efektif dan efisien mampu melindungi pantai Cikoneng.
2. Untuk mengetahui spesifikasi groin yang mampu mengatasi permasalahan erosi pantai dalam rangka pengamanan dan perlindungan pantai, dan suatu pola perencanaan pembangunan groin di wilayah pantai tempat lokasi penelitian, sehingga akan didapatkan suatu pola penanggulangan kawasan secara menyeluruh dan terpadu.

Manfaat yang diharapkan dalam perencanaan groin ini adalah :

1. Memberikan alternatif desain groin pada lokasi yang ditentukan.
2. Hasil dari penyelesaian Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pemerintah daerah setempat dan pengelola wilayah pantai sekitarnya dalam rangka pengamanan dan perlindungan pantai akibat proses erosi.

#### **I.5 BATASAN MASALAH**

Pembatasan masalah dilakukan agar pembahasan tidak melebar kepada persoalan-persoalan lain, selain itu pembatasan masalah ini adalah untuk mempermudah penyelesaian Tugas Akhir ini, dengan tidak mengurangi bobot dari penelitian yang dilakukan. Selain alasan

diatas batasan masalah ini juga berhubungan dengan keterbatasan-keterbatasan penulis, waktu juga dan data-data yang diperoleh oleh penulis.

Secara rinci batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Meski terdapat beberapa alternatif bangunan pelindung pantai yang dapat digunakan, namun pada Tugas Akhir ini yang akan dibahas adalah *rubble mound groin*.
2. Perencanaan konstruksi meliputi perencanaan dimensi standar.
3. Lokasi penelitian sepanjang 400 m.
4. Perencanaan konstruksi tidak menggunakan pertimbangan ekonomis.



“ . . . Aku Datang Dari Berentah, Dari Suatu Bangsa  
Yang Belum Lagi Terjelma,  
Aku Datang Dan Aku Disini Berada . . .  
Tidak Sendirian Saja Aku Lahir, Ataupun Cuma Kau Dan  
Atau Yang Lainnya, Tapi Bersaudara . . .  
Aku Cinta Memberi Dalam Genggaman,  
Cinta Sebagaimana Adanya Aku,  
Dan Tak Ada Lebihnya . . .  
Aku Punya Hati, Dan Tangis Yang Bukan Cuma Milikku,  
Aku Datang Dari Sebuah Negri Yang Belum Lagi  
Terjelma . . .  
Aku Cinta Memberi, Apa Adanya Aku,  
Aku Sekian Dari Banyak Warga Dari Sebuah Negri Yang  
Belum Lagi Terjelma . . . ”

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### II.1 EROSI PANTAI

Pantai adalah gambaran nyata adanya interaksi dinamis antara angin, air dan material (tanah). Angin dan air yang bergerak membawa material dari tempat satu ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya di suatu tempat secara kontinyu, sehingga terjadi perubahan garis pantai (Pratikto dkk, 1996).

Namun secara alamiah sebenarnya pantai telah memiliki mekanisme perlindungan sendiri, yaitu berupa kemiringan pantai dan bukit-bukit pasir yang terdapat di sepanjang pantai (CERC, SPM. Vol.1, 1984). Kemiringan pantai merupakan suatu bentuk pertahanan alami yang dimiliki pantai. Meskipun tetap akan terjadi pengikisan pada pantai, akan tetapi seringkali bukit-bukit pasir ini akan terbentuk kembali secara alami dan hal ini akan terjadi dalam suatu periode kurun waktu tertentu. Pantai yang demikian disebut sebagai pantai yang stabil atau seimbang, dimana kestabilan itu tergantung pada kecepatan debit sedimen yang terendapkan dan yang terpindahkan dari suatu kawasan pantai. Perpindahan

sedimen terjadi karena interaksi gelombang, angin, arus, pasang surut dan gaya-gaya lingkungan lainnya.

Namun ada beberapa pantai yang tidak memiliki perlindungan alami yang selengkap itu, pantai dengan garis pantai yang tegak atau berbentuk undakan selain akan mengalami erosi juga akan mengalami proses abrasi yang sudah pasti tidak akan kembali terbentuk secara alami seperti bukit-bukit pasir pada pantai yang landai, sehingga karena interaksi yang terjadi tersebut akan mengakibatkan erosi pantai.

Erosi dapat terjadi apabila sedimen yang keluar atau pindah meninggalkan suatu daerah lebih besar dibandingkan dengan sedimen yang masuk. Sebaliknya terjadi sedimentasi apabila yang keluar lebih kecil jumlahnya dibandingkan yang masuk ke wilayah tersebut (Triatmodjo, 1991).

Shore Protection Manual (1984) menyebutkan bahwa penyebab erosi pantai dikategorikan menjadi dua, yaitu karena kondisi alam dan karena aktifitas manusia.

### 1. Pengaruh Alami

#### ➤ Terjadinya kenaikan permukaan air laut

Peristiwa kenaikan permukaan air laut ini berlangsung cukup lama dan banyak terjadi di beberapa belahan bumi lainnya. Kenaikan ini terjadi karena kenaikan permukaan yang naik secara absolut atau karena adanya penurunan permukaan tanah (*Land*



*Subsidence*). Akibat kenaikan permukaan tersebut maka terjadi kemunduran garis pantai ke daratan, sehingga wilayah disekitar pantai menjadi semakin dekat dengan pantai.

⇒ Terjadinya perubahan suplai sedimen

Suplai sedimen ke wilayah pantai berasal dari daratan dan laut, perubahan suplai sedimen dapat berubah karena terjadinya proses alami pelapukan batuan di daratan atau debit sungai yang membawa sedimen semakin berkurang. Selain itu perubahan suplai sedimen dari laut berubah karena daerah karang yang rusak atau pertumbuhan karang yang cepat.

⇒ Gelombang Badai

Salah satu penyebab alami yang mempercepat proses erosi adalah gelombang badai, gelombang yang datang ini memiliki energi yang cukup besar dan menghantam pantai sehingga terjadi pengikisan material pantai. Pada saat badai terjadi, arus tegak lurus pantai yang cukup besar dan mengangkut material ke arah tegak lurus pantai. Proses erosi karena gelombang badai berlangsung dalam waktu singkat tetapi temporer, karena material yang tererosi akan tinggal di *surf zone* dan akan kembali ke pantai ketika gelombang tenang. Namun apabila pantai dengan batimetrinya sangat terjal, atau terdapat palung-



palung pantai, maka sedimen yang terbawa ke laut akan mengisi daerah yang dalam tersebut dan tidak kembali ke pantai.

⇒ Overwash

Pada saat pasang tinggi akan terjadi overwash yang disertai dengan gelombang yang cukup tinggi, yang membentur pantai dan melimpas diatas lidah pasir atau dune. Akibatnya pantai akan tererosi dan sedimennya akan diendapkan sebagai endapan kipas disisi dalam lidah pasir

⇒ Angkutan sejajar pantai

Karena aktivitas gelombang di pantai, dapat terjadi pemilihan (*sorting*) material pantai akan berubah sesuai dengan gradasi butiran dan keadaan lingkungan gelombangnya. Perubahan landai pantai berarti berubahnya garis pantai, atau pantai akan mengalami erosi/akresi.

⇒ Angkutan oleh angin

Angkutan sedimen oleh angin ke arah daratan dapat mengakibatkan erosi pantai. Selain itu angin yang bertiup berperan mendistribusikan pasir pantai kearah sejajar pantai, dan apabila suplai sedimen pasir di suatu tempat lebih kecil dari kapasitas angkutan angin, maka akan terjadi erosi pada pantai tersebut.

## 2. Pengaruh aktivitas manusia

### ⇒ Penurunan tanah

Terjadinya penurunan tanah di daerah pantai yang diakibatkan aktivitas manusia adalah berupa pengambilan material air tanah yang tidak terkendali, atau juga adanya penambangan minyak dan penambangan lainnya di sekitar pantai.

### ⇒ Penggalian pasir

Wilayah pantai yang berpasir sering terjadi kasus pengambilan bahan pasir untuk bangunan, sedangkan untuk pantai berbatu karang penambangan batuan menyebabkan proses erosi pantai semakin cepat. Penambangan pasir di daerah *dune* atau *spit* akan mengurangi cadangan pasir di daerah tersebut akibatnya garis pantai akan tererosi.

### ⇒ Interupsi angkutan sejajar pantai

Interupsi angkutan sejajar pantai dapat terjadi karena pembuatan bangunan tegak lurus pantai. Bangunan tegak lurus pantai menahan angkutan sedimen dari daerah hulu, sehingga bagian hilir akan kekurangan sedimen, akibatnya akan terjadi akresi di hulu dan erosi di hilir bangunan.

### ⇒ Pengurangan Suplai sedimen pantai

Berkurangnya suplai sedimen ke pantai bisa disebabkan adanya aktivitas manusia di darat, seperti pembuatan bendungan, pengaturan aliran

sungai, dan sebagainya. Sehingga yang terjadi adalah berkurangnya suplai sedimen mengakibatkan adanya pengangkutan material pantai karena kapasitas angkutan sedimen yang tetap.

⇒ Pemusatan energi gelombang di pantai

Pembuatan bangunan pantai dapat mengakibatkan terjadinya pemusatan energi gelombang di daerah tersebut, akibatnya gelombang yang mencapai pantai memiliki energi yang cukup besar sehingga mempercepat terjadinya erosi.

⇒ Perusakan pelindung pantai alam

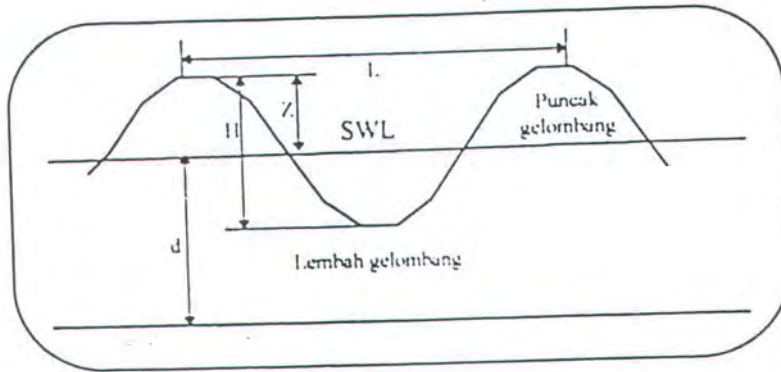
Pada dasarnya alam menyediakan pelindung alami, baik berupa tumbuhan bakau maupun cadangan pasir dalam bentuk dune. Pengurasakan pelindung alam ini akan mengakibatkan daerah pantai dibelakangnya menjadi pantai yang terbuka terhadap gelombang, sehingga daerah yang tidak memiliki pelindung alami cenderung lebih cepat mengalami proses erosi.

## II.2 KARAKTERISTIK GELOMBANG LAUT

Karakteristik utama untuk menjelaskan gelombang air laut adalah panjang gelombang, tinggi gelombang dan kedalaman air laut dimana gelombang tersebut menjalar, sedangkan parameter-parameter lain seperti pengaruh kecepatan dan percepatan di tentukan dari ketiga parameter di atas (Pratikto, 1997). Secara skematik



dimensi mengenai karakteristik gelombang seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Karakteristik gelombang  
(Pratikto, 1997)

Dewasa ini banyak teori yang digunakan untuk menjelaskan tentang gelombang, dimana pada umumnya yang paling sering digunakan adalah teori gelombang Airy. Teori ini merupakan profil gelombang yang sederhana dalam bentuk gelombang sinusoidal linier. Teori ini memberikan model persamaan penting untuk properties gelombang pada permukaan gelombang yang akan digunakan untuk memprediksi properties-properties gelombang yang nantinya dapat digunakan pada kondisi praktis.

### II.3 KLASIFIKASI GELOMBANG

Klasifikasi gelombang lebih mudah dilakukan dengan menggolongkan gelombang tersebut menurut perbandingan panjang gelombang ( $L$ ), dan tinggi gelombang ( $h$ ) atau

$h/L$ . Nilai perbandingan  $h/L$  ini biasanya disebut "kedalaman relatif". Bila relatif kedalamannya dibawah  $1/20$ , maka kedalamannya adalah kecil dibandingkan dengan panjang gelombang (*Shallow water waves*), dan jika harga perbandingan antara  $1/20 < h/L < 1/2$  disebut *intermediate depth waves*. Klasifikasi gelombang menurut perbandingan  $h/L$  dapat dilihat pada tabel II.1 berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi gelombang menurut perbandingan  $h/L$  (Pratikto, 1997)

KLASIFIKASI GELOMBANG			FUNGSI GELOMBANG		
Rentang $h/L$	Rentan kh $kh=2\pi h/L$	Tipe gelombang	Fungsi	Shallow water	Deep water
$\sim - 1/20$	$0 - \pi/10$	Long water	Sinh kh	kh	$e^{\kappa n}/2$
$1/20 - 1/2$	$\pi/10 - \pi$	Intermediate	Cosh kh	1	$e^{\kappa n}/2$
$1/2 - \sim$	$\pi - \sim$	Short wave	Tanh kh	kh	1.00

Perbedaan antara metode laut dalam dan laut dangkal adalah bahwa untuk metode laut dalam gerakan gelombang yang terjadi di bagian atas permukaan (*upper ocean*) praktis tidak mengimbas ke bagian bawah dekat permukaan dasar laut, karena pada laut dalam, gerakan vertikal dari dasar laut ke permukaan jauh. Sehingga dalam pembentukan gelombang laut dalam tidak dipengaruhi oleh kontur dasar laut. Sedangkan untuk laut dangkal pergesakan antara gerakan air dan dasar laut diperhitungkan, karena gesekan ini mempengaruhi tinggi gelombang yang terbentuk.

## II.4 TRANSFORMASI GELOMBANG

Gelombang yang bergerak menuju pantai akan mengalami beberapa proses perubahan tinggi gelombang yang meliputi :

### II.4.1 Wave Shoaling

*Wave shoaling* adalah suatu proses pendangkalan dimana gelombang menuju perairan dangkal sehingga karakteristik gelombang akan mengalami perubahan yaitu tinggi gelombang, panjang gelombang, dan kecepatan gelombang. Perubahan tersebut dianalisa dengan asumsi energi gelombang konstan, dan kehilangan energi yang terjadi diabaikan. Energi fluk per unit lebar crest untuk laut dalam dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$P_0 = \frac{1}{2} E_0 C_0 \quad . . . (2.1)$$

Dan untuk laut dangkal energi fluknya adalah

$$P = EC_g = nEC \quad . . . (2.2)$$

Dengan asumsi energi konstan, maka  $P_0 = P$ , sehingga

$$\frac{1}{2} = E_0 C_0 = nEC \quad . . . (2.3)$$

dimana

$$E_0 = g \frac{H_0^2}{8}$$

$$E = g \frac{H^2}{8}$$



maka,

$$\frac{1}{2} \left[ C_0 g \frac{H_0^2}{8} \right] = n C g \frac{H^2}{8}$$

$$\left[ \frac{H}{H_0} \right]^2 = \frac{C_0}{2 \cdot n C}$$



Sehingga

$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{C_0}{2 \cdot n \cdot C}} \quad . . . (2.4)$$

dimana

$$n = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{\left( \frac{4\pi d}{L} \right)}{\sin \left( \frac{4\pi d}{L} \right)} \right]$$

$$\frac{C}{C_0} = \tanh \left( \frac{2\pi d}{L} \right)$$

maka besarnya koefisien shoaling diperoleh dari :

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{\tan \left( \frac{2\pi d}{L} \right) \left[ 1 + \frac{\left( \frac{4\pi d}{L} \right)}{\sin \frac{4\pi d}{L}} \right]}} \quad . . . (2.5)$$

dimana

$H/H_0$  = Koefisien Shoaling

$d$  = Kedalaman air

$L$  = Panjang gelombang

$H$  = Tinggi gelombang di titik yang ditinjau

$H_0$  = Tinggi gelombang di laut dalam

$K_{sh}$  = Koefisien Shoaling

$C$  = Celerity gelombang

$g$  = Percepatan gravitasi bumi

## II.4.2 Wave Refraction

*Wave refraction* adalah suatu proses pemantulan gelombang sebelum gelombang tersebut pecah (*wave breaking*). Selama perambatan gelombang dari perairan dalam menuju ke perairan dangkal gelombang akan mengalami perubahan karakteristik gelombang yang disebabkan perubahan kedalaman atau perubahan kontur dasar laut. Analisa refraksi dilakukan secara analitis dengan asumsi bahwa kontur dasar laut yang dilintasi oleh setiap ortogonal gelombang untuk berbagai arah gelombang adalah sejajar. Dengan menggunakan *orthogonal method* yang didasarkan pada hukum Snellius Arthur (1952), dimana dirumuskan bahwa gelombang yang memasuki perairan yang lebih dangkal ( $h_1$  menjadi  $h_2$ ) akan berkurang kecepatan dan panjang gelombangnya dari  $C_1$  dan  $L_1$  menjadi  $C_2$  dan  $L_2$ . Pada jarak ortogonal sejauh  $x$  dan selang waktu  $T$ , diperoleh  $\sin \alpha_1 = C_1 T / x$  dan  $\sin \alpha_2 = C_2 T / x$ . Sehingga diperoleh perumusan sebagai berikut :

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{C_1 L_1}{C_2 L_2} \quad . . . (2.5)$$

dimana :

$\alpha_1$  dan  $\alpha_2$  = Sudut antara kedalaman dan puncak gelombang

$C_1$  dan  $C_2$  = Kecepatan perambatan gelombang di tempat yang ditinjau

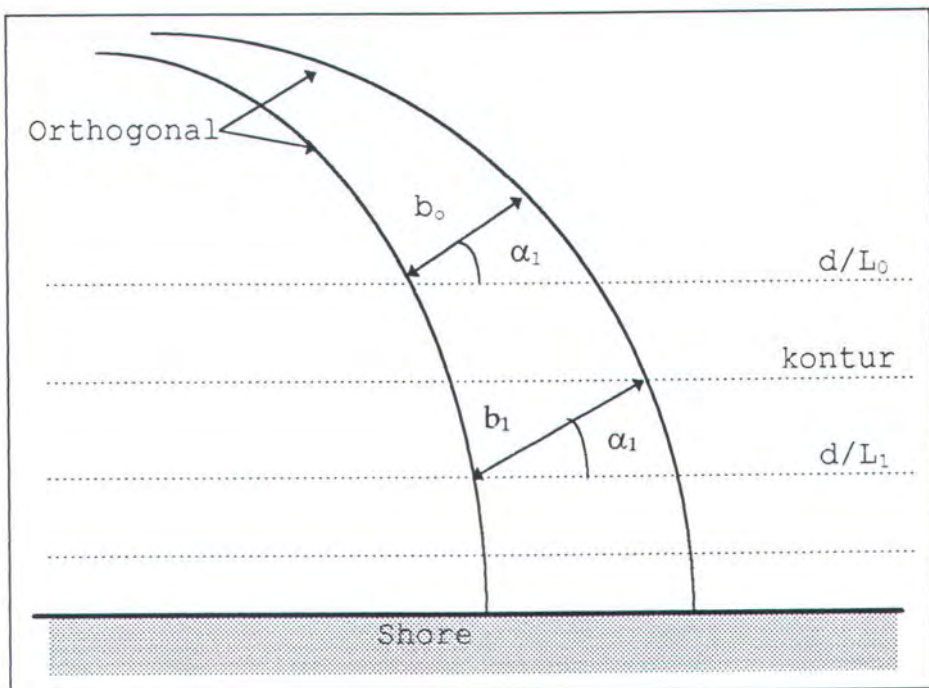
$L_1$  dan  $L_2$  = Panjang gelombang

Pada saat gelombang mendekati pantai dengan kontur dasar yang sejajar seperti pada Gambar 2.2, maka :

$$\frac{\sin \alpha_0}{L_0} = \frac{\sin \alpha_1}{L_1} = x \quad . . . (2.6)$$

Sehingga koefisien refraksi gelombang dapat diperoleh sebagai berikut :

$$Kr = \sqrt{\frac{B_0}{B_1}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \quad . . . (2.7)$$

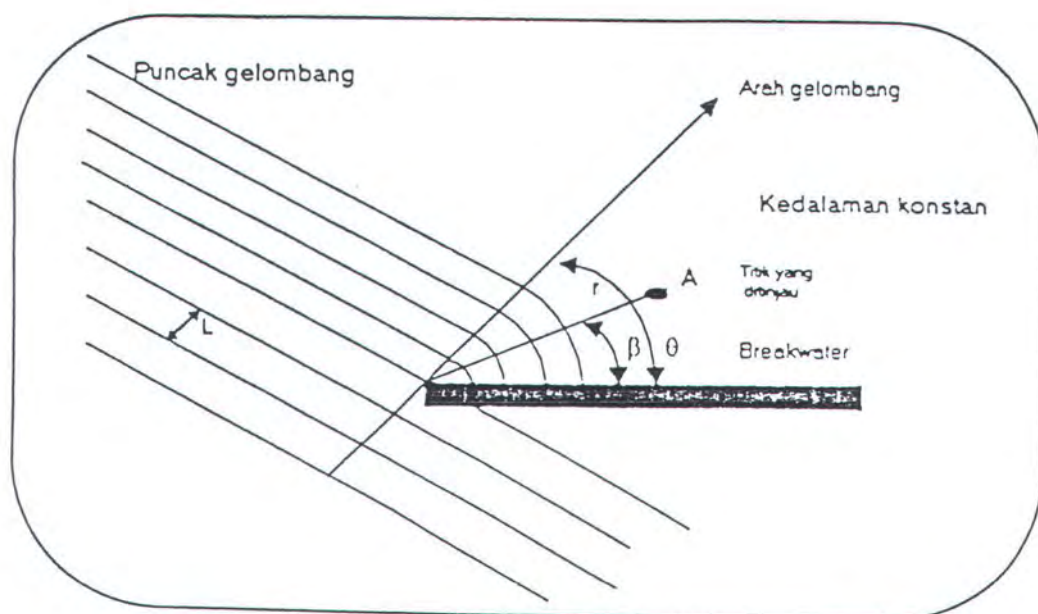


Gambar 2.2. Refraksi gelombang untuk kontur paralel (Pratikto, 1997)



### II.4.3 Wave Defraction

Wave defraction adalah suatu proses pemindahan energi gelombang ke arah daerah yang terlindungi oleh pulau, bukit, batu/karang yang menjorok ke laut, atau bangunan pantai. Proses pemindahan energi ini akan mengakibatkan timbulnya gelombang pada daerah yang terlindungi tersebut. Pada daerah yang terlindungi tersebut disebut daerah refraksi, sedangkan perbandingan antara tinggi gelombang di daerah difraksi ( $H_A$ ) dengan tinggi gelombang datang ( $H_i$ ) disebut koefisien difraksi ( $K_D$ ). Sehingga diperoleh  $H_A = K_D \times H_i$ , koefisien difraksi ini sangat dipengaruhi oleh harga-harga parameter  $\theta$ ,  $\beta$  dan  $r/L$ . Selanjutnya Koefisien difraksi dapat diperoleh dengan bantuan tabel (lihat lampiran) yang diberikan oleh Sorensen (1978).



Gambar 2.3 Difraksi gelombang  
(Pratikto, 1997)

#### II.4.4 Wave Breaking

*Wave breaking* : disini panjang gelombang akan berangsur-angsur berkurang, sementara tinggi gelombang akan bertambah tinggi pada saat gelombang akan bertambah menuju perairan dangkal, sedangkan kemiringan gelombang akan bertambah besar yang pada akhirnya gelombang akan pecah pada kedalaman tertentu (Sorensen, 1978). Kondisi gelombang pecah akan tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman ombak. Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus hasil percobaan Munk SPM, (1984), sebagai berikut :

$$\frac{H_b}{H_o'} = \frac{1}{3,3 \left( \frac{H_o'}{L_o} \right)^{1/3}} \quad . . . (2.7)$$

dimana :

$H_b$  = Tinggi gelombang pecah (m)

$H_o'$  = Tinggi gelombang di laut dalam (m)

$L_o$  = Panjang gelombang di laut dalam (m)

kedalaman air dimana terjadinya gelombang pecah di hitung dengan rumus :

$$db = \frac{H_b}{b - \left( \frac{aH_b}{gT^2} \right)} \quad . . . (2.8)$$

dimana :

$a$  =  $43,75 (1 - e^{-19m})$

$b$  =  $1,56 / (1 + e^{-19,5m})$

## II.5. LITTORAL CURRENTS

*Littoral currents* meliputi aliran arus laut sejajar pantai maupun yang tegak lurus pantai (Carter, 1987). Aliran arus sejajar pantai di *surf zone* biasanya disebut sebagai *longshore currents*, yang timbul dari persyaratan kontinuitas dari massa momentum dan energi gelombang dekat pantai. *Longshore currents* dibangkitkan oleh sejumlah mekanisme yang meliputi kemiringan gelombang, aliran pasang surut, difraksi gelombang ataupun gaya geser angin secara langsung.

Pemahaman tentang pembangkitan *longshore currents* mencakup rangkaian antara gelombang, pergerakan sedimen dan evolusi garis pantai. Ada dua jenis yang berbeda tentang pola arus dekat pantai seperti pada Gambar 2.4, yaitu:

1. didefinisikan sebagai aliran linier dalam *surf zone* (*longshore currents*)
2. aliran memutar yang meliputi daerah-daerah baik di dalam maupun di luar *surf zone*.

*Littoral currents* inilah yang menyebabkan terjadinya transportasi sedimen pantai baik sejajar pantai (*longshore sediment transport*) maupun tegak lurus pantai (*onshore-offshore sediment transport*).



## II.6. SEDIMENT TRANSPORT

Sediment transport sangat berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai, karena berhubungan dengan proses abrasi dan erosi pantai, atau pengendapan sedimen/lumpur pada muara sungai. Dengan mengetahui tentang sediment transport ini memungkinkan kita untuk dapat memperkirakan kecepatan dan jumlah transpor sedimen yang terjadi dan kita dapat juga memprediksi seberapa besar perubahan garis pantai dalam kurun waktu yang akan datang.

Ada dua jenis sedimen yang ditransportasikan yaitu ; longshore sediment dan cross-shore sediment.

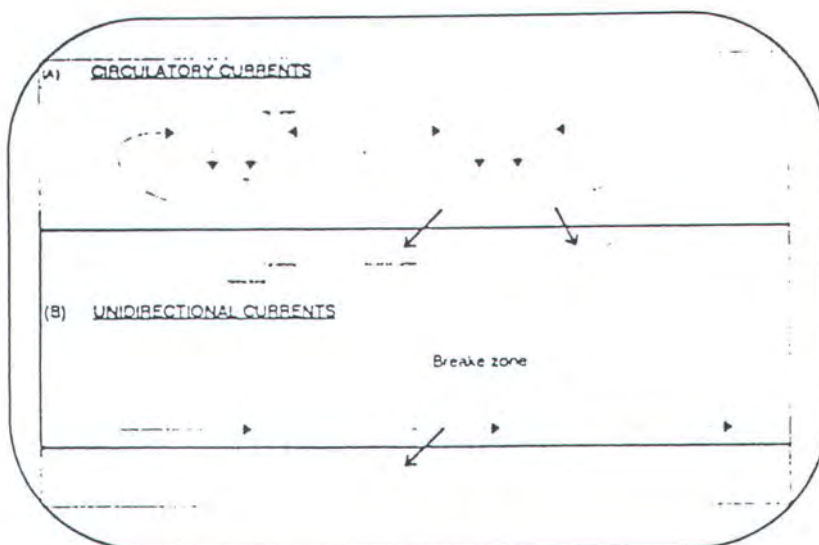
### II.6.1. Longshore Sediment Transport

Longshore sediment transport adalah suatu angkutan sedimen yang sejajar dengan garis pantai, merupakan hasil dari terangkatnya (suspensi) butir-butir material pantai (pasir) oleh adanya turbulensi yang diakibatkan oleh adanya gelombang pecah. Sedimen tersebut kemudian digerakan oleh kedua komponen yaitu energi gelombang dalam arah sejajar pantai dan arus yang sejajar pantai yang dibentuk oleh gelombang pecah. Arah dari sedimen transport sejajar pantai dipengaruhi langsung oleh arah gelombang atau sudut yang dibentuk oleh puncak gelombang (*wave crest*) dengan garis pantai. Biasanya

*longshore transport* ini memegang peranan penting dalam perubahan garis pantai dalam jangka panjang.

### II.6.2. Cross-shore sediment transport

Cross-shore sediment transport dikenal juga dengan Onshore-offshore transport adalah angkutan sedimen tegak lurus garis pantai, ditentukan terutama oleh gelombang, ukuran butir sedimen dan kemiringan pantai. Angkutan sedimen ini biasanya terjadi dalam kurun waktu relatif singkat seperti proses angkutan sedimen tegak lurus pantai yang dikaitkan oleh terjadinya gelombang pasang (*storm waves*). Jika suatu iklim gelombang spesifik menghantam suatu pantai berpasir, setelah beberapa saat akan terbentuk suatu keseimbangan profil pantai.



Gambar 2.4 Dua jenis pola Longshore transport  
(Carter, 1987)

## II.7. PEMODELAN PERUBAHAN GARIS PANTAI

Proses perubahan pantai merupakan proses yang dinamis, dan apabila hal ini berlanjut akan mengganggu aktivitas di sekitar pantai. Untuk mengatasi keadaan diatas perlu adanya studi untuk mengamati perubahan garis pantai yang terjadi dengan menggunakan pemodelan matematik, sehingga dapat dicari alternatif penanggulangan untuk kondisi pantai tersebut dari kerusakan akibat erosi.

Dalam mencaari alternatif pemecahan yang berkaitan dengan studi pemodelan perubahan garis pantai, digunakan metode Komar. Model ini dilakukan untuk memprediksi daerah yang mengalami erosi dan sedimentasi karena adanya *transport sediment* akibat gelombang yang sampai pantai. Metode pemodelan perubahan garis pantai yang diberikan oleh Komar (1983) adalah sebagai berikut:

$$\frac{dy}{dt} = -\frac{1}{d_b} \frac{dQ_s}{dx} \quad . . . (2.9)$$

dimana :

y = jarak antara garis pantai dan garis referensi

$d_b$  = kedalaman air pada saat gelombang pecah

$Q_s$  = sediment transport sepanjang garis pantai

t = waktu

x = absis searah garis pantai



untuk menghitung sedimen yang terjadi di sepanjang pantai digunakan rumus :

$$Q_s = 6,85 \times 10^{-5} (EC_n)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad . . . (2.10)$$

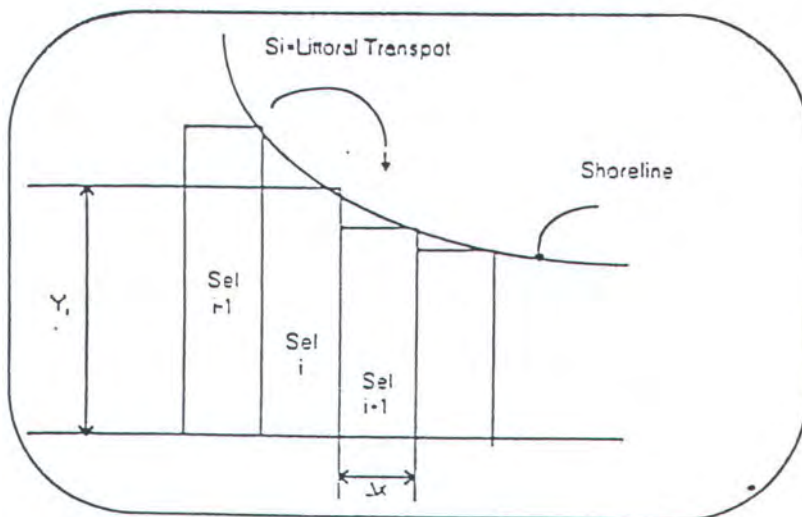
dimana :

$Q_s$  = transport sedimen sepanjang pantai ( $m^3/th$ )

$C_n$  = merupakan Group Celerity gelombang ( $m/det^2$ )

$\alpha_b$  = sudut gelombang pecah

$E$  = energi gelombang (joule)



Gambar 2.5 Pembagian garis pantai dalam beberapa pias/sel (Komar, 1983)

Model perubahan garis pantai dengan membagi pantai menjadi sejumlah pias (sel) dari interval waktu dalam sejumlah langkah waktu sebagaimana pada Gambar 2.5. Pada Gambar 2.5 menunjukkan bahwa transport sedimen akan mengalir dari sel I ke sel  $i+1$ , dimana setiap sel

mempunyai lebar  $\Delta X$  yang seragam dan masing-masing memiliki panjang  $Y_{i-1}$ ,  $Y_i$ ,  $Y_{i+1}$ , . . . ,  $Y_n$  terhadap suatu garis patokan tertentu. Pada Gambar 2.6, menyatakan volume sel garis pantai,  $\Delta V_i$ , akibat Littoral Drift dari sel  $i$  ke sel  $i+1$ . Maka  $\Delta V_i$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta V_i = (Q_{i-1} - Q_i \pm Q_r) \Delta t \quad . . . (2.11)$$

dimana :

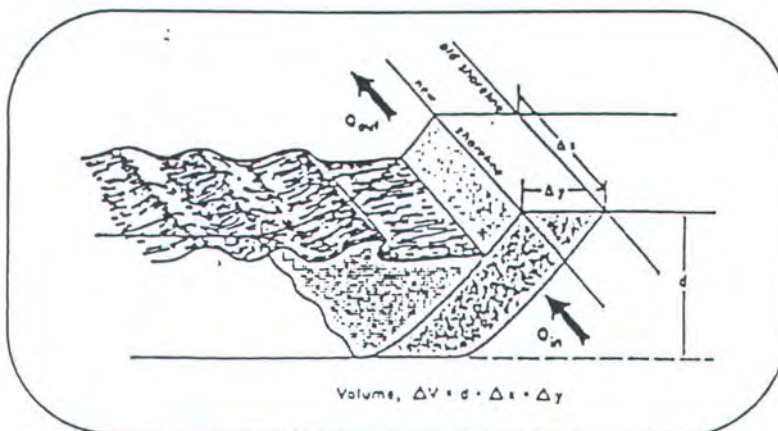
$\Delta V_i$  = volume sel garis pantai

$\Delta t$  = waktu yang dilewati selama perubahan garis pantai

$Q_r$  = batas keseimbangan littoral drift

$Q_i$  = littoral drift sel ke- $i$

$Q_{i-1}$  = littoral drift sel ke  $i-1$



Gambar 2.6 Volume sel akibat littoral dan perubahan garis pantai (Komar, 1983)

Transport sedimen sejajar pantai tergantung pada sudut datang gelombang pecah ( $\alpha_o$ ). Sudut gelombang pecah akan berubah dari satu sel ke sel yang lain, karena adanya perubahan garis pantai. Pada Gambar 2.6, sudut  $\alpha_i$  adalah sudut yang dibentuk oleh garis pantai sejajar sumbu x, antara sel i dan sel i+1 sebagaimana ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Tan}\alpha_i = \frac{y_i - y_{i+1}}{\Delta x} \quad . . . (2.14)$$

Apabila sudut gelombang datang membentuk sudut  $\alpha_i$  dengan arah sumbu x, sebagaimana yang digambarkan pada Gambar 2.7, maka sudut gelombang pecah terhadap garis pantai adalah  $\alpha_o = \alpha_i + \alpha_o$ . Sudut gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus ukur sudut sebagaimana persamaan berikut :

$$\text{Tan}\alpha_o = \text{Tan}(\alpha_i \pm \alpha_o) \frac{\text{Tan}\alpha_i \pm \text{Tan}\alpha_o}{1 + \text{Tan}\alpha_i \text{Tan}\alpha_o} \quad . . . (2.15)$$

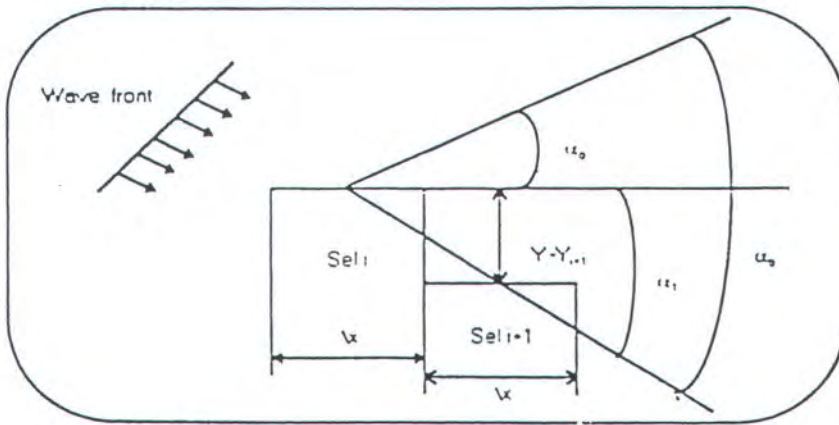
Dalam pembuatan model perubahan garis pantai untuk lebih jelasnya adalah menurut urutan langkah sebagai berikut :

- ⇒ Menentukan bentuk garis pantai awal ( $y_1, y_2, y_3, . . . y_n$ )
- ⇒ Membagi garis pantai menjadi beberapa pias/sel ( $\Delta x$ ).
- ⇒ Menentukan sumber sedimen dan sedimen yang hilang pada seluruh pias ( $Q_{s1}$ ).





⇒ Perubahan garis pantai untuk setiap langkah waktu  $\Delta t$ .



Gambar 2.7 Hubungan antara  $\alpha_0$ ,  $\alpha_i$ ,  $\alpha_b$   
(Komar, 1983)

## II.8 ALTERNATIF BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

Pembuatan bangunan pelindung pantai ini bertujuan untuk mengurangi energi gelombang dan intensitas arus sejajar pantai akibat induksi gelombang, dan diharapkan keberadaan bangunan pelindung ini dapat mengendalikan perilaku arus sejajar pantai akibat induksi, sehingga laju angkutan sedimen di *surf zone* dapat berkurang. Sebab apabila laju sedimen dapat dikurangi atau dikendalikan maka garis pantai relatif lebih stabil.

Pada umumnya langkah-langkah yang direncanakan dalam memberikan stabilitas terhadap pantai dibedakan ke dalam dua kelas (CERC, SPM.Vol.1, 1984), yaitu :

1. Struktur yang dipergunakan untuk menjaga agar gelombang dengan ketinggian gelombang yang besar tidak menjangkau kawasan pantai, dermaga ataupun pelabuhan. Sebagai contoh adalah breakwater, seawall, bulkhead, serta revetmant.
2. Struktur buatan yang digunakan untuk mengurangi laju sedimen transport sepanjang pantai, baik yang sejajar dengan garis pantai, maupun pada arah yang tegak lurus terhadap garis pantai. Sebagai contoh dari struktur bangunan ini adalah groin dan jetties.

Sedangkan secara fisik dan penempatan struktur dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok (Sorensen, 1978), yaitu :

1. Struktur yang dibangun tegak lurus terhadap garis pantai dan biasanya berhubungan langsung secara fisik terhadap garis pantai. Contohnya adalah groin untuk menjaga stabilitas pantai, jetties pada pelabuhan dan beberapa tipe breakwater.
2. Struktur yang dibangun di lepas pantai dan sejajar terhadap garis pantai. Yang termasuk kelompok ini terutama adalah breakwater untuk perlindungan pantai.
3. Struktur yang dibangun pada permukaan garis pantai dan sejajar terhadap garis pantai. Contoh struktur

yang termasuk kelompok ini antara lain seawall dan revetment.

Pola perlindungan pantai dengan menggunakan bangunan buatan merupakan suatu alternatif lain selain pola perlindungan pantai secara alamiah. Pada dasarnya proses erosi pantai terjadi karena adanya angkutan sedimen dari suatu pantai lebih besar dibandingkan dengan suplai sedimen yang ada, atau karena tebing pantai yang tidak mampu menahan gempuran gelombang.

Akan tetapi biasanya proses erosi terjadi dialam tidak hanya terjadi karena pengaruh satu hal saja, dan biasanya terjadi karena gabungan beberapa hal, yang akan lebih jelas pada analisa erosi pantai yang akan dibahas didepan.

Sehingga ada beberapa alternatif bangunan pengaman dan pelindung pantai yang dapat kita pilih yang disesuaikan dengan yang disebut di atas atau gabungan dari beberapa alternatif bangunan.

Jenis dari bangunan/struktur yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tembok laut

- berfungsi langsung melindungi lokasi yang rusak baik karena erosi maupun karena abrasi
- Struktur merupakan bangunan yang pasif
- Dampak negatif terhadap erosi sekitar bangunan kecil



- Tidak ada ketergantungan terhadap sedimen (dapat berdiri sendiri)
- Instalasinya mudah
- Material yang diperlukan umumnya mudah diperoleh
- Untuk tinjauan pariwisata kurang baik, karena wisatawan seolah-olah dibatasi dinding untuk menuju laut.

## 2. Revetment

- Berfungsi langsung melindungi
- Struktur merupakan bangunan fleksibel
- Dampak negatif terhadap erosi sekitar bangunan tanpa filter
- Tidak ada ketergantungan terhadap sedimen (dapat berdiri sendiri)
- Instalasi mudah
- Pemeliharaannya mudah
- Material yang diperlukan mudah diperoleh
- Untuk tinjauan pariwisata baik, karena konstruksinya terlihat alami

## 3. Groin Tegak Lurus Pantai

- Berfungsi mengurangi kapasitas angkutan sedimen, pasir sejajar pantai, melebar, mengurangi kehilangan material dari suatu areal (daerah yang ditinjau)
- Ada dampak negatif disekitar bangunan yaitu daerah hulu ada erosi

- Ada ketergantungan dengan sedimen (pasir)
- Instalasinya cukup mudah, yang sedikit sulit adalah pada daerah kepala (bergantung pada pasang surut)
- Pemeliharaannya mudah
- Material yang diperlukan cukup sulit terutama bila digunakan batu berdiameter besar
- Untuk tinjauan pariwisata baik, terutama bila garis pantai maju, karena banyak pasir yang mengendap.

#### 4. Groin Sejajar Pantai

- Berfungsi merubah arah gelombang dengan sendirinya merubah arah angkut sedimen, juga berfungsi menahan angkutan sedimen tegak lurus pantai yang umumnya mengangkut sedimen kearah perairan dalam
- Dampak negatif terhadap daerah disekitar bangunan ada, yaitu di kaki tombolo, akan terjadi erosi
- Ada ketergantungan terhadap sumber sedimen
- Instalasi sedikit sulit, karena letak bangunannya di daerah pantai yang sedikit dalam. Jadi bergantung pada pasang surut
- Pemeliharaan agak sulit
- Dapat mengganggu pemandangan ke laut lepas serta menyulitkan keluar masuk perahu/kapal.

## 5. Offshore Break Water

- Berfungsi sebagai pemecah gelombang
- Dampak negatifnya terhadap pantai, yaitu erosi serta terlalu lama menunggu dampak positif dari bangunan
- Ada ketergantungan terhadap sedimen
- Instalasinya sulit
- Material yang diperlukan sedikit kasar
- Untuk tinjauan pariwisata kurang baik. Karena mengganggu pemandangan ke laut lepas apabila elevasi dibuat diatas permukaan air.

Penggunaan bangunan pelindung di atas dapat merupakan suatu gabungan antara yang satu dan yang lain sehingga akan mendapatkan hasil yang maksimal.



“... Takdir Tidak Dielakkan, Dan Bukan Lari Dari Takdir . .  
Tetapi Dikejar Dan Menyerbu Kepada Takdir,  
Kepercayaan Pada Takdir Menimbulkan  
Puncak Kesenangan Sejati . . .  
Karena Itu Sabar Dan Tabah . . . “

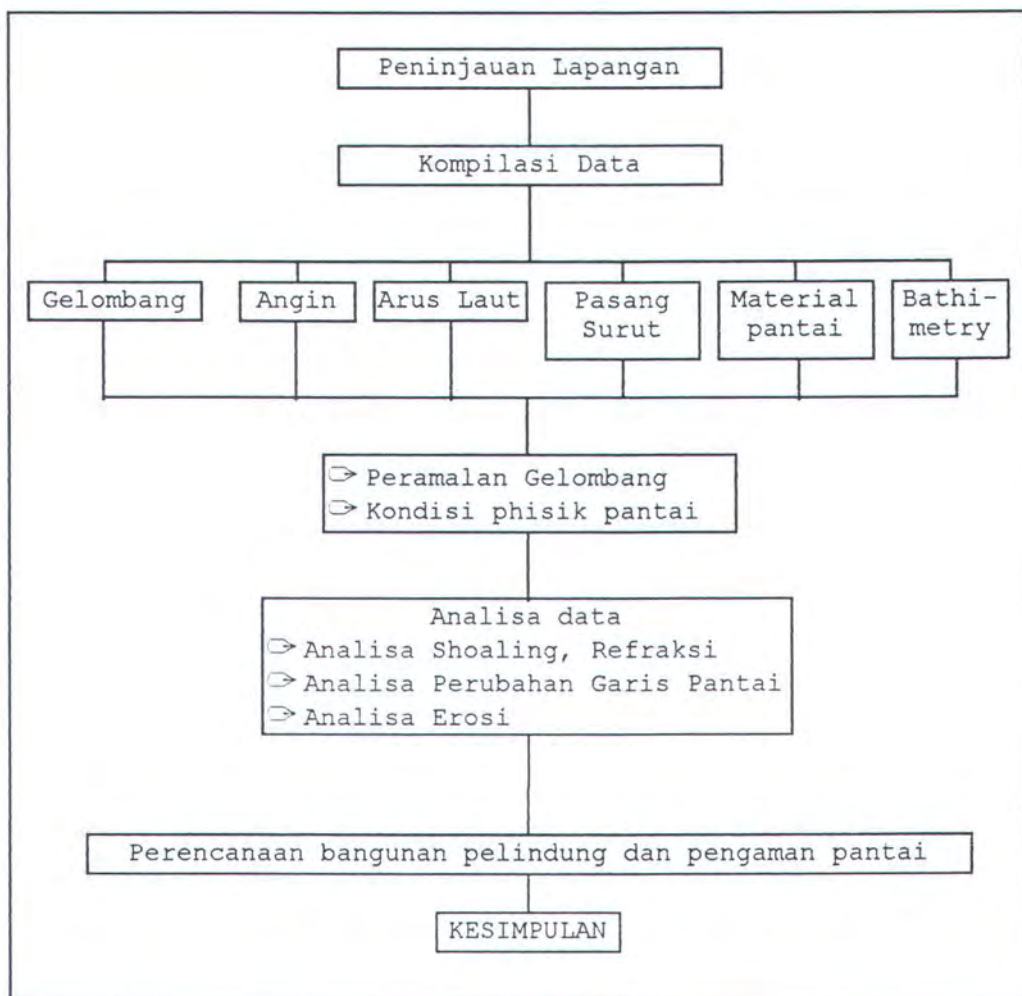
Hamka

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

## BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan dan sasaran yang telah disebutkan di atas maka metodologi dan tahapan dari penulisan Tugas Akhir ini dapat dilakukan dan dijelaskan dengan menggunakan bagan alir sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi penulisan



Bagan alir seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.1 di atas dapat dijelaskan sebagai berikut

### III.1 PENINJAUAN LAPANGAN

Peninjauan lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran dan situasi dari daerah studi. Dalam peninjauan lapangan ini dilakukan antara lain :

- Pengamatan secara visual daerah yang mengalami kerusakan.
- Melakukan inventarisasi data-data atau jenis hasil pengamatan dan pengukuran yang dapat dan mungkin untuk dianalisa.

### III.2 KOMPILASI DATA

Data-data yang diperlukan dapat diperoleh dari berbagai sumber dari Instansi-instansi Pemerintah dan Instansi lain di Indonesia khususnya Jawa Barat, misalkan Stasiun Geofisika dan Meteorologi dan Puslitbang Pengairan P.U Jawa Barat.

Adapun data-data yang diperlukan untuk penulisan Tugas Akhir ini meliputi :

- Data Gelombang
- Data angin
- Data arus
- Data Pasang surut
- Data bathimetry



⇒ Data material pantai dan sekitarnya

Dengan menggunakan data-data tersebut di atas maka beberapa hal atau analisa maupun tahapan-tahapan selanjutnya dapat dijelaskan pada bab berikutnya.

### III.3 PERAMALAN GELOMBANG

Data gelombang yang cukup lengkap dalam jangka waktu yang cukup panjang (lebih kurang 10 tahun) tidak dapat diperoleh, maka parameter gelombang (tinggi, periode, dan arahnya) ditentukan dengan melakukan peramalan gelombang yang didasarkan pada data angin yang diuraikan pada sub-bab berikutnya nanti.

### III.4 KONDISI FISIK PANTAI

Data ini berhubungan erat dengan beberapa analisa yang akan dilaksanakan, seperti data kontur dan data material pantai. Data kontur berhubungan dengan analisa refraksi dan shoaling, sedangkan material pantai dengan perencanaan bangunan pengaman dan pelindung yang akan dibuat.

Ada beberapa asumsi yang mungkin diambil sehubungan dengan keterbatasan dari penulis, antara lain, kemiringan dasar laut dilokasi diasumsikan lurus dan paralel membentuk suatu sudut tertentu.

### III.5 ANALISA - ANALISA

Merupakan suatu rangkaian pengerjaan dari data-data yang telah diperoleh yang akan menunjang dalam perencanaan bangunan pengaman dan pelindung pantai, meliputi :

#### 1. Analisa refraksi dan shoaling

Menganalisa kondisi gelombang yang bergerak ke pantai, dalam analisa ini ada beberapa asumsi-asumsi yang diambil.

#### 2. Analisa Perubahan garis pantai

Pantai Cikoneng mengalami kerusakan karena beberapa faktor yaitu alam dan manusia, oleh karena itu terjadinya erosi ini mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai. Analisa perubahan garis pantai menggunakan metode Komar, dan analisa ini dilakukan dengan maksud :

- ⇒ mengetahui gambaran kondisi perubahan garis pantai akibat erosi sampai kurun waktu tertentu.
- ⇒ Mendapatkan kondisi lokasi setelah dibangun groin, dan apakah mampu untuk mengantisipasi kerusakan yang ada.

#### 3. Analisa erosi

Penentuan penyebab terjadinya erosi akan kita ketahui, haasil ini akan menentukan bangunan yang sesuai untuk mengantisipasi kerusakan lebih lanjut.

### III.6 PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG DAN PENGAMAN PANTAI

Dari hasil analisa-analisa yang telah dilakukan sebelumnya, tujuan akhir dari penulisan ini adalah merencanakan suatu bangunan pelindung dan pengaman pantai akibat erosi yang terjadi di Pantai Cikoneng. Data hasil analisa seperti tinggi gelombang rencana analisa refraksi dan shoaling, analisa *sediment transport* dan analisa perubahan garis pantai akan mempengaruhi perencanaan struktur bangunan dari mulai perencanaan bangunan pengaman dan pelindung pantai dengan groin dan spesifikasi groin yang mampu mengatasi permasalahan erosi.



“...Bingung Adalah Awal Dari Suatu Kepastian,  
Bingungpun Juga Awal Dari Suatu Kegagalan,  
Hanya Kita Yang Mampu Menentukan Hasilnya,  
Sekarang Tinggal Seberapa Besar Usahamu  
Dan Juga Seberapa Besar Nyalimu  
'Tuk Melewatinya . . .”

#### BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 KONDISI UMUM

##### IV.1.1 Rona Lingkungan Awal

Kawasan pantai Cikoneng-Carita memiliki rona lingkungan sebagai mana daerah lainnya memiliki kondisi khusus yang berbeda. Secara rinci rona lingkungan daerah pantai Cikoneng-Carita adalah sebagai berikut (Pangluar dkk,1994) :

##### 1. Iklim

Daerah Cikoneng-Carita merupakan daerah beriklim basah dimana jarak bulan basah dan kering dalam satu tahun berkisar 5 sampai 6 bulan

##### 2. Suhu

Rata-rata suhu bulanan berkisar  $24^{\circ}$ , maximum  $28^{\circ}$  minimum  $20^{\circ}$

##### 3. Kelembaban Udara

Kelembaban udara daerah Cikoneng-Carita terendah terjadi pada bulan Agustus, sedangkan tertinggi terjadi pada bulan Maret. Tabel 4.1 merinci kelembaban udara sepanjang tahun yang terjadi di wilayah Cikoneng-Carita.



Tabel 4.1 kelembaban udara daerah Serang  
(Puslitbang.Pengairan, 1994)

Bulan	Kelembaban	Bulan	Kelembaban
Januari	81%	Juli	80%
Februari	80%	Agustus	29%
Maret	83%	September	78%
April	80%	Oktober	78%
Mei	80%	Nopember	79%
Juni	80%	Desember	78%

Tabel 4.2 Kondisi penyinaran Matahari daerah Serang  
(Puslitbang.Pengairan, 1994)

Bulan	Penyinaran	Bulan	Penyinaran
Januari	38%	Juli	40%
Februari	47%	Agustus	57%
Maret	58%	September	52%
April	63%	Oktober	56%
Mei	47%	Nopember	49%
Juni	41%	Desember	35%

#### 4. Penyinaran Matahari

Kondisi penyinaran yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang terjadi sepanjang tahun di wilayah Cikoneng-Carita.

#### 5. Kecepatan Angin

Kecepatan angin rata-rata di daerah ini berkisar antara 4 knot/jam. Angin Barat berhembus pada bulan Nopember dan angin Timur berhembus pada bulan April, Mei, dan Okober.



6. Curah Hujan

Curah hujan tahunan di daerah Cikoneng-Carita berkisar 1400-2500 mm, dengan rata-rata 2000 mm.

7. Kualitas Udara

Kualitas udara disekitar Serang cukup bersih meskipun berada di dekat daerah industri Cilegon, daerah pantai merupakan daerah bersih dari polusi udara maupun kebisingan.

8. Morphologi

Pantai Cikoneng-Carita terletak pada dataran yang sempit. Daerah pedataran berkisar 500-1000 m dari daerah pantai.

9. Struktur Geologi

Batuan dasar pantai berupa coral dengan jenis batuan berupa pasir dan kerikil.

10. Hidrologi

Terdapat sumber-sumber air seperti Rawa Danau yang dimanfaatkan untuk kawasan industri Cilegon.

#### IV.1.2 Kondisi Pantai Cikoneng

Pantai Cikoneng berlokasi di desa Cikoneng Kecamatan Anyer KM 130 dari Jakarta. Di lokasi ini terdapat mercu suar untuk memandu kapal yang akan masuk ke Pelabuhan Banten dan pelabuhan-pelabuhan di daerah industri Cilegon. Erosi/Abrasi pantai telah merusak kawasan ini. Panjang pantai yang terkena erosi

sepanjang  $\pm$  400 meter dimulai dari muara sungai Cikoneng ke arah Selatan. Pantai ini merupakan pantai berbatu karang dengan sedikit pasir yang mengendap di bagian hilir muara sungai Cikoneng.

#### **IV.1.3 Bentuk Profil Pantai Cikoneng**

Topografi daerah pantai Cikoneng yang pada umumnya merupakan pantai batu karang dan berpasir halus, secara litoral berarah Utara-Selatan.

Pantai Cikoneng merupakan pantai batu karang dan kerikil dengan beberapa bagian berpasir kasar, areal penelitian sebelah utara dibatasi muara sungai Cikoneng. Keadaan pantainya sudah direklamasi dengan memakai material batu gunung yang besar-besar selanjutnya di urug, lereng pantai berbentuk curam.

Di depan areal menara mercu suar Cikoneng merupakan pantai berkarang. Kontur kedalaman laut di ujung karang sangat curam dengan kedalaman 10-20 meter.

Tebing Pantai Cikoneng berbentuk tegak dan membentuk undakan dengan ketinggian berkisar 0,5-1,0 meter. Daratan di belakang pantai merupakan daerah pemukiman perumahan penjaga menara mercu suar.

## IV.2 ANALISA KONDISI LINGKUNGAN PANTAI CIKONENG

### IV.2.1 Kondisi Angin

Pada umumnya terdapat dua musim angin musiman yang bertiup dikepulauan Indonesia yaitu musim Barat dan musim Timur. Pantai Cikoneng yang menghadap ke Barat, dimusin Timur Pantai Cikoneng terlindungi oleh gugusan perbukitan yang berada di sebelah timurnya.

Angin akan mengakibatkan terjadinya gelombang laut, oleh karena itu data angin dapat digunakan untuk prediksi tinggi dan arah gelombang di lokasi. Gelombang yang diakibatkan oleh angin berkembang sebagai akibat adanya energi dari udara di atas gelombang.

Untuk keperluan perencanaan bangunan pengaman Pantai Cikoneng diambil data angin dari stasiun terdekat yaitu Stasiun Meteorologi Serang, Hasil pengamatan tahun 1985 sampai 1991. Hasil pengukuran angin yang diperoleh berupa data kecepatan angin dan arahnya seperti yang disajikan pada Tabel 4.3

Dari Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada lokasi Pantai Cikoneng angin didominasi oleh angin Utara sebesar 60 % dan dari arah Barat sebesar 26 %.



Tabel 4.3 Prosentase Kejadian Angin Keseluruhan tahun 1985-1991 untuk Stasiun Meteorologi Serang (Puslitbang.Pengairan, 1994)

Arah	Presentase kejadian terhadap arah & kecepatan angin (%)						
	Kecepatan dalam m/dt						Jumlah
	1-3	3-5	5-7	7-9	9-11	>11	
Utara	2.598	36.663	19.443	1.114	0.139	0.046	60.003
Timur Laut	0	2.042	1.392	0.325	0	0	3.759
Timur	0.371	5.244	1.949	0.232	0	0	7.796
Tenggara	0.046	0.092	0	0	0	0	0.138
Selatan	0.186	1.253	0.371	0.046	0	0	1.856
Barat Daya	0	0.046	0.046	0	0	0	0.092
Barat	0.696	12.529	10.394	2.135	0.417	0.046	26.217
Barat Laut	0	0.139	0	0	0	0	0.139
Total	3.897	58.008	33.595	3.852	0.556	0.092	100.000

#### IV.2.2 Kondisi Pasang Surut

Data hasil pengukuran pasang surut berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan oleh Puslitbang Pengairan menunjukkan bahwa tunggang pasang max di daerah Cikoneng adalah 1.10 cm, jenis pasang surut merupakan semi diurnal dimana dalam 24 jam terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut. Elevasi tertinggi pada saat pasang tinggi + 0,6 diatas tinggi muka air rata-rata (MSL) dan pada saat surut rendah -0,5 di bawah MSL.

#### IV.2.3 Kondisi Arus

Penggunaan data arus yang terjadi di lokasi sangat berpengaruh terhadap analisa *sediment transport*. Dalam analisa yang dilakukan oleh Dean (1983) disebutkan jika

kecepatan arus yang terjadi mempunyai kecepatan diatas 0,15 m/dt, maka harus diperhitungkan. Apabila terjadi gelombang dan arus yang besar dan bersamaan, maka kapasitas *sediment transport* akan menjadi besar pula.

Analisa arus dilakukan untuk memperoleh petunjuk apakah arus memberikan efek terhadap *sediment transport* atau tidak. Berdasarkan hasil yang telah dilakukan oleh Puslitbang Pengairan yang dilaksanakan pada waktu air tinggi/spring tanggal 21 dan 22 September 1992 dan pada waktu air rendah pada tanggal 28 dan 29 September 1992, menunjukkan bahwa arus dengan kecepatan antara 0,1 m/dt sampai 0,8 m/t dengan arah selalu ke Selatan antara  $190^{\circ}$  sampai dengan  $250^{\circ}$ . Pengukuran ini dilaksanakan di depan mercu suar dengan kedalaman 12 m.

#### IV.2.4 Kondisi Gelombang Akibat Angin

Gelombang yang terjadi di laut yang terpenting diantaranya dibangkitkan oleh angin. Jenis gelombang dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Seas adalah Gelombang yang terbentuk di daerah pembangkitan (fetch) gelombang. Keadaan gelombang di daerah ini bentuknya curam (*steep*) atau undakan, panjang gelombang  $L$  berkisar 10-20 kali tinggi gelombang  $H$ .
2. Swell adalah gelombang yang sudah merambat jauh dari daerah pembangkit gelombang (fetch) gelombang.



Dengan panjang gelombang  $L$  berkisar antara 30-500 kali tinggi gelombang  $H$ .

Pada suatu daerah dengan fetch yang luasnya tak terbatas (laut bebas) mendapat hembusan angin dengan kecepatan tertentu dan lama hembusan tak terbatas, maka akan menimbulkan tinggi gelombang tertentu. Keadaan tersebut disebut FDS (*Fully Develop Sea*). Bila gelombang meninggalkan daerah pembangkit (fetch) maka profil gelombang akan semakin halus (*smooth*) dan tinggi gelombang rata-rata akan berkurang karena gesekan/tahanan oleh udara, penyebaran kearah lateral, turbulensi, penyebaran frekuensi.

Pada daerah yang terbatas adanya keadaan disekitarnya, seperti : daerah teluk, sungai dan muara sungai, sering kita jumpai lebar fetch lebih kecil dari panjangnya, sehingga lebar fetch mempengaruhi untuk memprediksi gelombang.

Dalam peramalan gelombang yang digunakan adalah metode berdasarkan SPM (Coastal Engineering Research Center, US Army Corp of Engineer), edisi 1984. Metode ini mengisyaratkan bahwa untuk peramalan gelombang maka kecepatan angin yang digunakan adalah ketinggian 10 m dan apabila kecepatan angin yang dipergunakan tidak diukur pada ketinggian tersebut, maka perlu adanya



koreksi berdasarkan ketinggian dengan menggunakan persamaan berikut :

$$U_{10} = U_z \left[ \frac{10}{Z} \right]^{\frac{1}{2}} \quad . . . (4.1)$$

dimana :

$U_{10}$  = kecepatan angin pada ketinggian 10 m

$U_z$  = kecepatan angin pada ketinggian Z m

Z = ketinggian pengukuran (m)

Selain itu perlu dilakukan juga koreksi terhadap perbedaan tempratur udara dan air, dengan persamaan berikut :

$$U = R_T R_L (U_{10})_L \quad . . . (4.2)$$

dimana :

$R_T$  = koreksi akibat adanya perbedaan antara tempratur udara dan air (Gambar 4.1)

$R_L$  = koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat (Gambar 4.2)

$(U_{10})_L$  = kecepatan angin pada ketinggian 10 m di darat

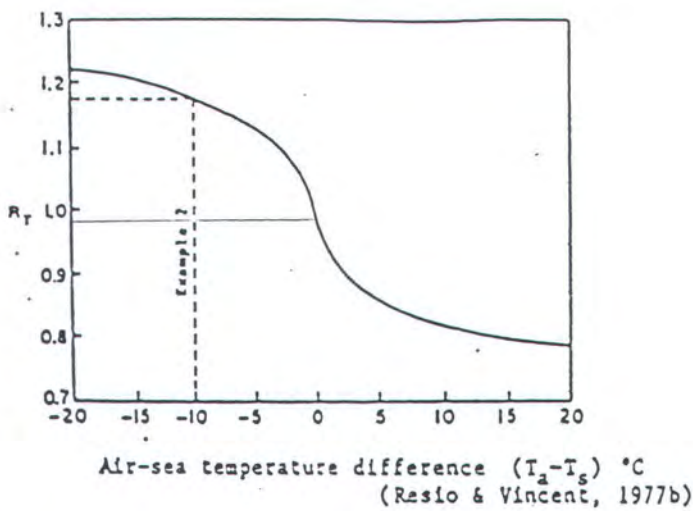
Cara lain dalam peramalan gelombang adalah dengan menggunakan grafik (Gambar 4.3) dan persamaan yang ada berdasarkan SPM, 1984, maka kecepatan angin harus dirubah di dalam *wind stress factor*,  $U_A$  dengan menggunakan persamaan berikut :

$$U_A = 0,71 \times U^{1,23} \quad . . . (4.3)$$

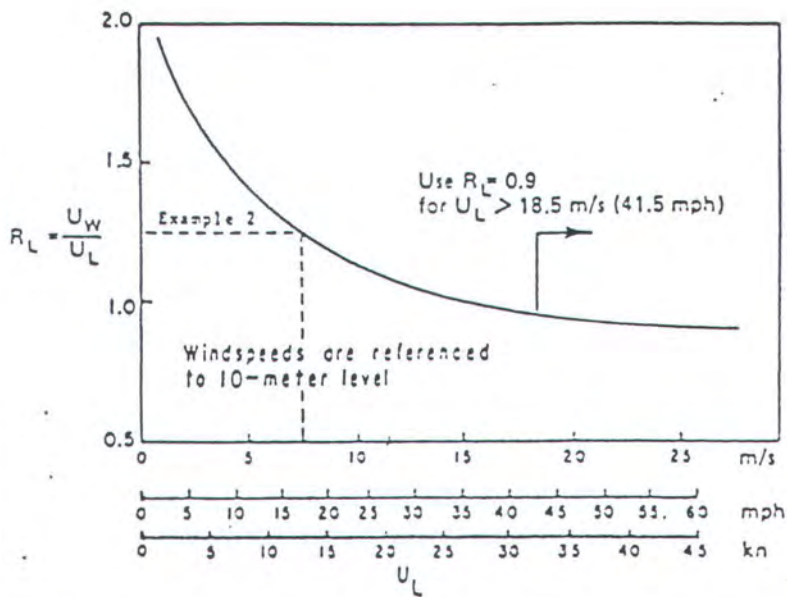
dimana :

$U$  = Kecepatan angin (m/dt)

$U_A$  = Wind stress factor



Gambar 4.1 Koefisien koreksi kecepatan terhadap perbedaan temperatur (SPM,1984)



Gambar 4.2 Koefisien koreksi terhadap pencatatan kecepatan di darat (SPM, 1984)

Untuk menghitung tinggi gelombang ( $H_s$ ) dan periode gelombang ( $T_s$ ) yang terjadi berdasarkan fetch effective digunakan perumusan sebagai berikut :

$$H_s = 5,112 \times 10^{-4} \cdot U_a \cdot F^{1/2} \quad . . . (4.4)$$

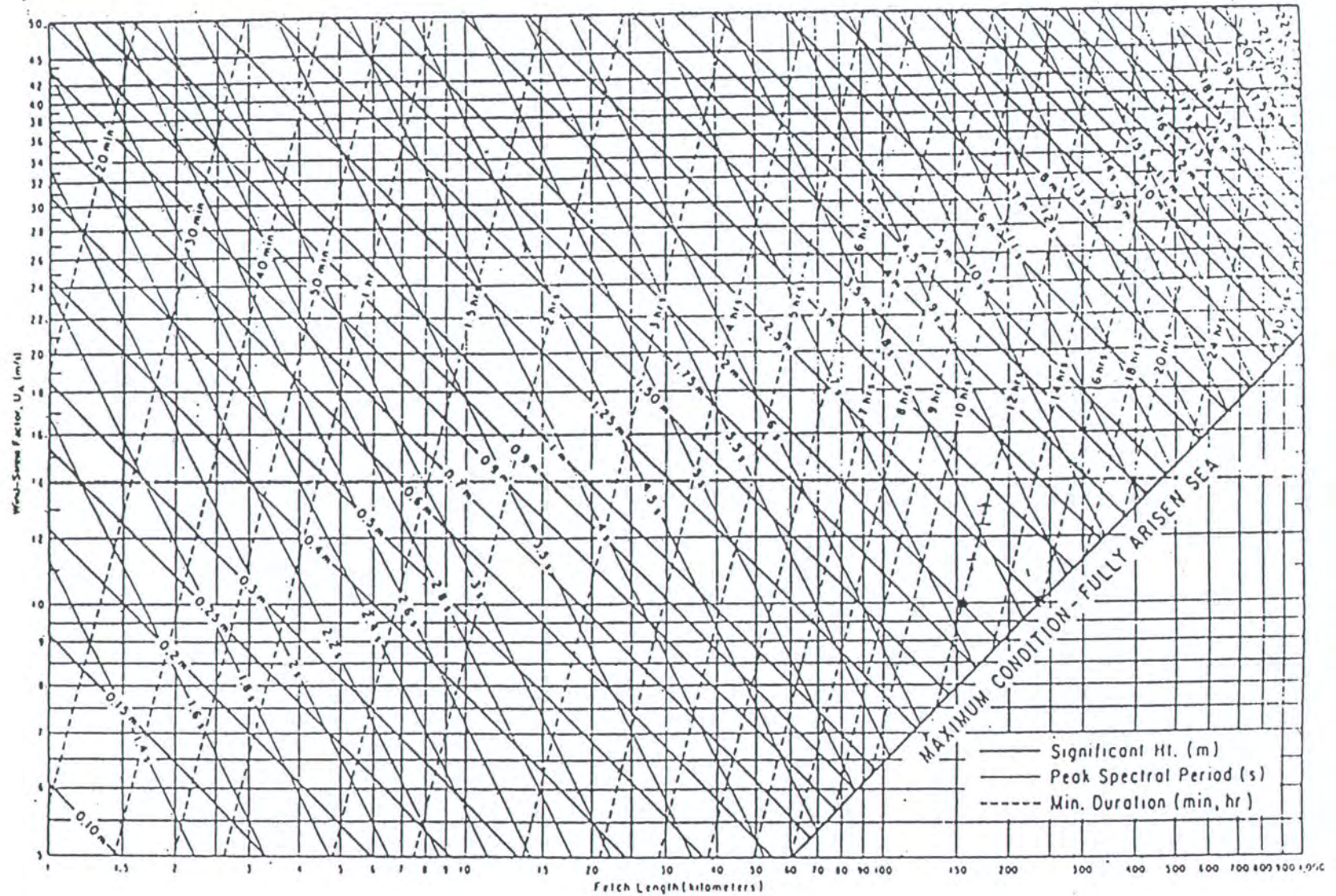
$$T_s = 6,238 \times 10^{-2} \cdot (U_a F)^{1/3} \quad . . . (4.5)$$

dimana :

$U_a$  = Wind Speed Factor

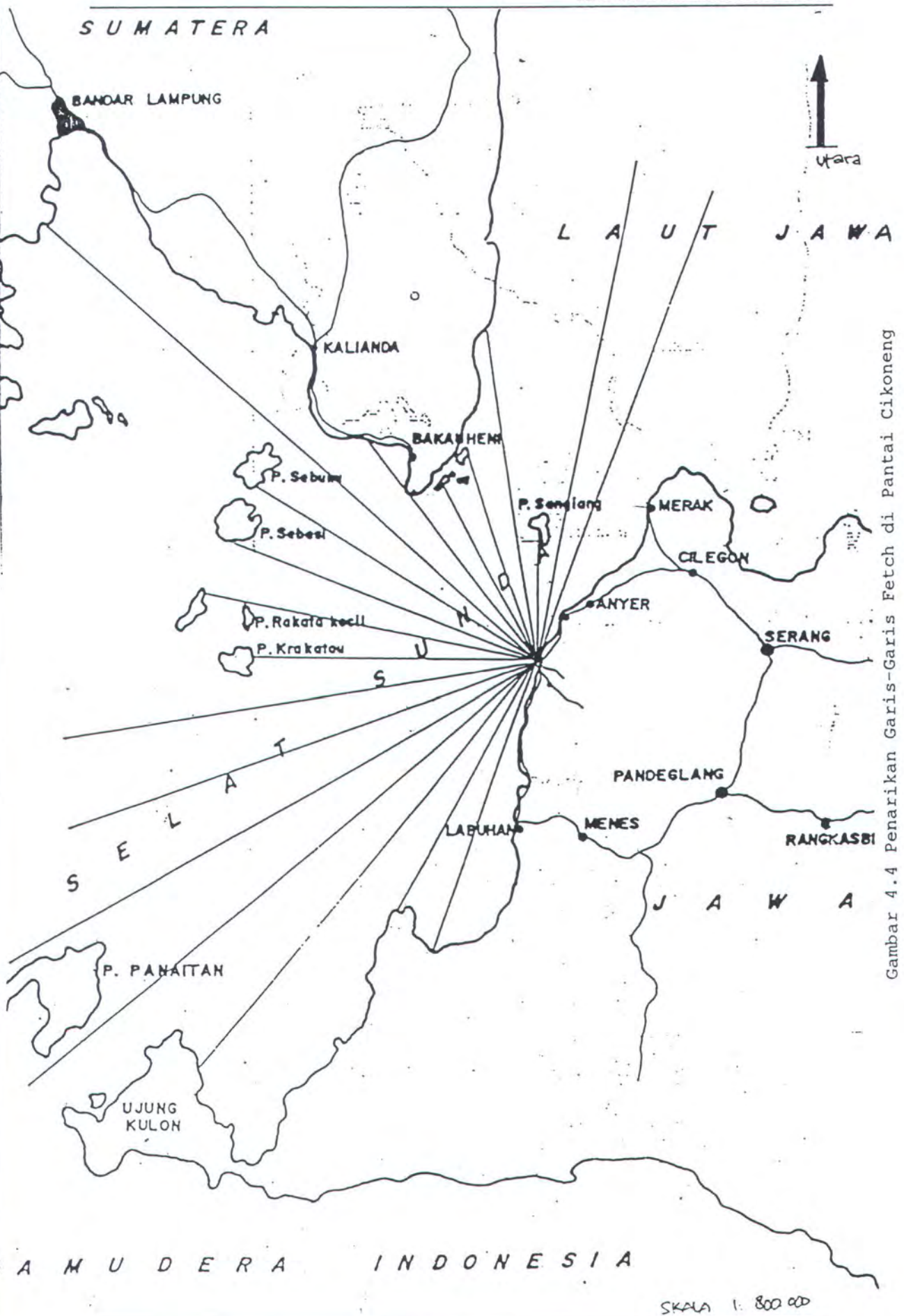
$F$  = Fetch Effective





Gambar 4.3 Grafik hubungan antara  $H_S$ ,  $T_S$ ,  $U$ ,  $U_A$  dan Fetch Efektif, SPM (1984)





Gambar 4.4 Penarikan Garis-Garis Fetch di Pantai Cikoneng

Dalam peramalan gelombang angin pada daerah tidak teratur maka untuk keperluan peramalan gelombang perlu ditentukan besarnya fetch efektif berdasarkan persamaan berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad . . . (2.6)$$

dimana :

$F_{eff}$  = fetch efektif

$x_i$  = panjang garis fetch

$I$  = sudut antar jalur fetch yang ditinjau dengan arah angin

Penentuan garis -garis fetch yang akan digunakan dalam peramalan gelombang di Pantai Cikoneng dapat dilihat seperti pada Gambar 4.4. Dari gambar tersebut dapat terlihat bahwa lokasi merupakan daerah terbuka berdasarkan arah angin, maka daerah yang menghadap relatif ke arah Barat terdiri dari arah Selatan, Barat dan Utara. Berdasarkan arah angin yang dominan (Tabel 4.3), maka arah angin yang di perhitungkan diambil dari arah Barat dan Utara (memiliki prosentase kejadian angin yang cukup besar).

Untuk penentuan panjang daerah pembentukan gelombang berdasarkan angin atau fetch menggunakan metode sebagai berikut :



1. Kita buat jari-jari sebanyak 19 dari stasiun gelombang. Interval tiap jari-jari  $10^0$  dengan batasan sampai  $180^0$  di kedua sisi arah angin berhembus.
2. Jari-jari ini memotong garis pantai yang pertama, besarnya masing-masing jari-jari tersebut diukur yang sejajar dengan arah angin (proyeksi jari-jari tersebut pada garis arah angin  $\alpha_i$ ).
3. Dengan mengalikan  $x_i$  dengan cosinus sudutnya dan menjumlahkan ( $\sum x_i \cos \alpha_i$ ), maka akan diperoleh harga fetch.

Metode tersebut dengan asumsi sebagai berikut :

- ⇒ Angin yang berasal dari darat diabaikan, karena dianggap tidak menimbulkan gelombang pada lokasi perairan yang ditinjau.
- ⇒ Angin yang berhembus di atas permukaan air memindahkan energi pada permukaan air searah angin dan kesemua arah sisi angin tersebut dengan sudut paling besar  $40^0$  sebelah kiri dan kanan dari titik pengamatan gelombang.
- ⇒ angin memindahkan energi ke air sepanjang pusat jari-jari arah angin dan sepanjang jari-jari yang lain dikalikan dengan Cosinus sudut antar jari-jari tersebut dan arah angin.
- ⇒ Gelombang yang timbul semuanya diisap oleh garis pantai.

Pengukuran gelombang dimaksudkan untuk mengetahui tinggi, periode gelombang dan arah gelombang. Data gelombang laut dalam di sekitar lokasi studi didapat dari penelitian yang dilakukan oleh Puslitbang Pengairan PU Jawa Barat.

Hasil pengukuran panjang Fetch effective dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah. Dari data yang diperoleh pada Tabel 4.4, selanjutnya kita akan menghitung wind speed faktor ( $U_s$ ) dengan bantuan data kecepatan angin ( $U$ ). Dari data angin yang sudah ada kita ketahui bahwa angin yang dominan terjadi dari arah Utara dan Barat. Sedangkan dari arah timur kita abaikan karena angin berasal dari daratan. Jadi untuk perhitungan tinggi gelombang yang terjadi di daerah studi Pantai Cikoneng yang dibangkitkan angin hanya dari arah Utara dan Barat dengan panjang Fetch seperti yang terlihat pada tabel di atas. Berdasarkan data yang diperoleh dari Puslitbang Pengairan, kecepatan angin yang terjadi berkisar antara 1-10 m/dt, sedangkan untuk angin dengan kecepatan diatas 11 m/dt diabaikan karena prosentase kejadiannya yang kecil.

Tabel 4.4 Perhitungan Fetch Efektif Lokasi Pantai Cikoneng

$\alpha$	Cos $\alpha$	Xi (cm)		Xi Cos $\alpha$	
		Barat	Utara	Barat	Utara
40	0.766	100000	0	76600	0
30	0.866	49600	0	42953.6	0
20	0.940	48000	200000	45120	188000
10	0.985	51200	200000	50432	197000
0	1.000	42400	20000	42400	20000
10	0.985	200000	50400	197000	49644
20	0.940	200000	32000	188000	30080
30	0.866	200000	29600	173200	25633.6
40	0.766	200000	42400	153200	32478.4
E	8.114			968905.6	542836
Fetch Efektif (m)				119411.585	66901.158
Fetch Efektif (Km)				119.411	66.901

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan data angin, fetch sebagaimana pada Tabel 4.4. Berdasarkan pada peramalan di atas secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa :

- Dalam menganalisa gelombang yang diakibatkan oleh angin yang berasal dari daratan pada daerah yang ditinjau tidak menimbulkan gelombang.
- Analisa gelombang akibat angin menggunakan data dari arah Barat dengan sudut  $30^{\circ}$  (berlawanan arah jarum jam) dan Utara dengan sudut  $10^{\circ}$  dari arah Utara (berlawanan arah jarum jam).
- Berdasarkan letak geografis lokasi yang tinjau maka gelombang yang diakibatkan oleh angin yang sangat dominan adalah Barat dan Utara.



Tabel 4.5 Hasil perhitungan Gelombang Angin di Lokasi

ANGIN DARI ARAH BARAT								
No	U10	RT	RL	U (m/dt)	Ua	F.Eff (m)	Hs (m)	Ts
1	2	0.97	1.72	3.3368	3.13	119411.6	0.55	4.49
2	4	0.97	1.48	5.7424	6.09	119411.6	1.08	5.61
3	6	0.97	1.3	7.566	8.56	119411.6	1.51	6.28
4	8	0.97	1.2	9.312	11.05	119411.6	1.95	6.84
5	10	0.97	1.11	10.767	13.20	119411.6	2.33	7.26
ANGIN DARI ARAH UTARA								
No	U <sub>10</sub>	RT	RL	U (m/dt)	Ua	F.Eff (m)	Hs (m)	Ts
1	2	0.97	1.72	3.3368	3.13	66901.15849	0.41	3.70
2	4	0.97	1.48	5.7424	6.09	66901.15849	0.81	4.63
3	6	0.97	1.3	7.566	8.56	66901.15849	1.13	5.18
4	8	0.97	1.2	9.312	11.05	66901.15849	1.46	5.64
5	10	0.97	1.11	10.767	13.20	66901.15849	1.75	5.99

IV.3 ANALISA REFRAKSI, SHOALING DAN GELOMBANG PECAH

Untuk menganalisa refraksi, shoaling dan gelombang pecah berdasarkan perumusan pada bab sebelumnya, maka digunakan program perhitungan sebagaimana pada SPM, 1984. Bahasa yang dipergunakan dalam pemrograman tersebut adalah Fortran 77, sebagaimana pada listing program lampiran A.

Dalam menganalisa shoaling, refraksi dan gelombang pecah maka data-data yang dibutuhkan serta asumsi adalah sebagai berikut :

- data gelombang  $H_s$ ,  $T_s$  yang diperhitungkan dari arah Barat dan Utara.

- ⇒ data kemiringan pada lokasi yang ditinjau adalah harga rata-rata sebesar  $1/20$  atau  $0.05$ .
- ⇒ kontur kedalaman laut dianggap lurus dan paralel serta membentuk sudut  $110^\circ$  dari arah Barat.
- ⇒ Proses shoaling dan refraksi dilakukan sampai gugusan karang yaitu pada kedalaman  $2,8$  m dari MSL.
- ⇒ Sudut datang gelombang dengan sudut garis pantai  $110^\circ$  dari arah Barat ( $\phi_0 = 80^\circ$ ), arah Utara ( $\phi_0 = 10^\circ$ ).

Proses perhitungan dan listing program serta hasil sebagaimana terlihat pada lampiran A, sedangkan hasil perhitungan refraksi gelombang untuk tinggi gelombang terbesar berdasarkan arah masing-masing sebagaimana diperlihatkan pada tabel di bawah.

Berdasarkan hasil analisa refraksi sebagaimana yang terlihat pada Tabel 4.6, dapat disimpulkan bahwa baik gelombang yang datang dari arah Barat dan Utara pecah setelah melewati ujung karang, hal ini disebabkan karena kecepatan angin pada lokasi yang ditinjau tidak terlalu besar.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Analisa Refraksi Gelombang Pantai Cikoneng

		Arah Mata Angin	
		Barat	Utara
Sudut Garis Pantai		110 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>
Sudut gelombang datang	$\phi_0$	80 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>
Tinggi gel. Refraksi (m)	H	1.10	1.78
Tinggi gel. pecah (m)	Hb	0.77	0.54
Panjang gel. pecah (m)	Lb	4.46	3.13
Celirity gel. Pecah (m/dt)	Cb	0.61	0.52
Kedalaman gel. Pecah (m)	db	0.71	0.50

#### IV.4 ANALISA PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS PANTAI

Analisa perubahan garis pantai dilakukan agar kita dapat memprediksi perubahan garis pantai untuk masa yang akan datang. Anlisa perhitungan perubahan garis pantai ini menggunakan program perhitungan garis pantai Metode Komar. Penggunaan perangkat lunak dengan bahasa Fortran 77 (Suntoyo, 1997) digunakan dalam membantu perhitungan.

Dalam pemodelan perubahan garis pantai diperlukan asumsi dasar sebagai berikut :

1. Data topografi, data gelombang (periode, tinggi gelombang dan arah gelombang), serta koordinat garis pantai. Data arah gelombang yang di gunakan adalah arah dominan yaitu arah Barat dan Utara.
2. Kontur kedalaman dianggap paralel membentuk sudut 110<sup>o</sup> terhadap arah Barat dari mata angin.



3. Data gelombang pecah dan kedalaman gelombang pecah yang digunakan adalah berdasarkan hasil analisa shoaling dan refraksi gelombang seperti pada Tabel 4.6.
4. Kemiringan rata-rata dari Pantai Cikoneng adalah 0.05.
5. Pantai Cikoneng dibagi menjadi 11 sel (pias) dengan panjang setiap piase ( $\Delta X$ ) adalah 40 m (Gambar 4.5)

Sudut gelombang pecah dan *littoral drift* dihitung dari sel  $i$  ke sel  $i+1$  untuk jangka waktu  $\Delta t$ . Tan0 menyatakan  $\tan \alpha_0$ , menunjukkan besarnya sudut gelombang datang terhadap garis pantai dan hasilnya sebagaimana pada Tabel 4.6, dengan arah gelombang dominan untuk masing-masing arah. Tan  $i$  menyatakan  $\tan \alpha_i$  sebagaimana pada Gambar 2.7, dimana akan ditentukan oleh setiap pasang piase dalam pemodelan. Jika  $y_i = y_i + 1$  maka  $\alpha_i = 0$ , dengan demikian maka  $\alpha_0 = \alpha_0$  dimana TanB menyatakan  $\tan \alpha_c$ . Untuk menentukan arah dari hasil *littoral drift*, maka parameter yang digunakan adalah :

- ⇒ arah = 1.0, memberikan pengertian bahwa arah *littoral drift* bergerak ke sumbu  $x$  positif.
- ⇒ arah = -1.0, memberikan pengertian bahwa arah *littoral drift* bergerak ke sumbu  $x$  negatif.

Perhitungan  $\sin \alpha_c$  dan  $\cos \alpha_c$  digunakan untuk mengevaluasi *littoral drift*, ini dilakukan setelah menentukan  $\alpha_c$  dan arah pergerakan *littoral drift*.

Perhitungan dilanjutkan dengan menghitung transport sedimen ( $Q_i$ ) diantara sel  $i$  dan sel  $i+1$  berdasarkan persamaan 2.12. Jika  $Q_i(-)$ , maka sedimen berpindah dari sel  $i+1$  ke sel  $i$ . Perhitungan perubahan garis pantai dilakukan berulang-ulang sampai pias ke 11. Perubahan garis pantai ( $\Delta y$ ) dapat menentukan jangka waktu ( $\Delta t$ ). Koordinat garis pantai yang baru dapat diperoleh setelah menjumlahkan koordinat pantai awal ( $y$ ) dengan perubahan garis pantai ( $\Delta y$ ).

Untuk lokasi Pantai Cikoneng terdapat satu sungai yang dikarenakan data mengenai besarnya suplai sedimen yang berasal dari sungai tersebut belum diteliti, maka diambil asumsi dalam perhitungan  $Q_{s1}$  (Suplai sedimen dari S. Cikoneng) sebesar  $10 \text{ m}^3$ .

Data yang digunakan dalam perhitungan perubahan garis pantai merupakan data gelombang pecah yang terdiri dari ; tinggi gelombang pecah ( $H_b$ ), panjang gelombang pecah ( $L_b$ ), kedalaman tempat gelombang pecah ( $d_b$ ), celerity gelombang pecah ( $C_b$ ) dan sudut gelombang pecah. Data-data tersebut merupakan out put dari hasil perhitungan analisa shoaling dan refraksi gelombang maksimum dari arah gelombang dominan. Selain data-data



tersebut, digunakan juga data kondisi pantai berupa sudut kemiringan dasar pantai dan koordinat awal garis pantai tiap pias.

Selanjutnya dari data di atas dilakukan perhitungan budget sedimen dan perubahan garis pantai dengan menggunakan program komputer pada tiap-tiap pias untuk waktu tertentu. Hasil program akan memberikan gambaran mulai dari kondisi pantai sebelum terjadi erosi dan akresi ( $Y$  awal), besarnya kemajuan/kemunduran dari pada garis pantai ( $\Delta Y$ ), posisi garis pantai setelah terjadinya erosi dan akresi ( $Y$  akhir), dan besarnya *litoral drift* berikut arahnya.

Dari hasil program mengenai perubahan garis pantai yang berdasarkan ordinat-ordinat untuk setiap pias sesuai Gambar 4.6 dan 4.7, dalam jangka waktu 1 tahun pertama dengan gelombang dominan arah Utara dan Barat dapat di lihat bahwa pada pias no 2, 6, dan 11 mengalami erosi yang cukup besar. Kemunduran garis pantai terbesar terjadi pada pias ke 2 untuk gelombang dominan dari arah Barat sebesar  $-1.495$  m, sedangkan untuk gelombang dominan dari arah Utara mencapai  $-0.890$  m (untuk kurun waktu 1 tahun), karena posisinya yang menjorok ke laut dengan demikian apabila diterjang gelombang akan memudahkan terjadinya pengikisan. Hal ini juga terjadi pada pias 4 dan 5 yang relatif lebih kecil dibandingkan pias-pias di



sebelahnya, karena posisinya yang dipengaruhi oleh pias ke 6. Kemunduran rata-rata garis pantai di Pantai Cikoneng untuk 1 tahun sebesar  $-0.698$  m untuk gelombang yang datang dari arah Barat, sedangkan dari arah Utara perubahan yang terjadi untuk 1 tahun pertama adalah sebesar  $-0.415$  m. Selain terjadi pengikisan, di beberapa pias terjadi penumpukan/akresi sedimen, hal ini dikarenakan bentuk garis pantainya yang menjorok ke darat, sehingga sedimen yang bergerak tertangkap di dalamnya. Selain itu juga dipengaruhi oleh pergerakan dari sedimen pada lokasi, mengakibatkan penambahan sedimen pada pias-pias yang lainnya. Akresi terjadi pada pias ke3 dimana pias ini mendapat suplai sedimen dari pias 2 dimana dari pias ini sedimen bergerak ke arah kanan (bernilai positif).

Sedangkan untuk asumsi suplai sedimen dari Sungai Cikoneng yang diasumsikan sebesar  $10 \text{ m}^3$ , perubahan garis pantainya tidak mempengaruhi bagian yang cukup jauh dari lokasi sungai yang berada pada pias terakhir (Gambar 4.10 dan 4.11), selain itu ukuran dari sungai yang relatif tidak terlalu besar mengakibatkan suplai sedimennya tidak terlalu besar.

Dilokasi Pantai Cikoneng terdapat bangunan mercusuar yang keberadaannya sangat penting bagi kelancaran pelayaran di Selat Sunda umumnya dan lalu lintas kapal masuk dan keluar di daerah Merak pada khususnya,

sehingga kerusakan Pantai Cikoneng akan dapat berakibat buruk tidak saja untuk keberadaan pantai sendiri tapi juga bidang lain. Sampai sekarang posisi dari mercu suar berada dalam jarak  $\pm 15$  m dari garis pantai (lihat lampiran foto lokasi), sehingga apabila hal ini dibiarkan maka mercu suar berada dalam posisi yang berbahaya.

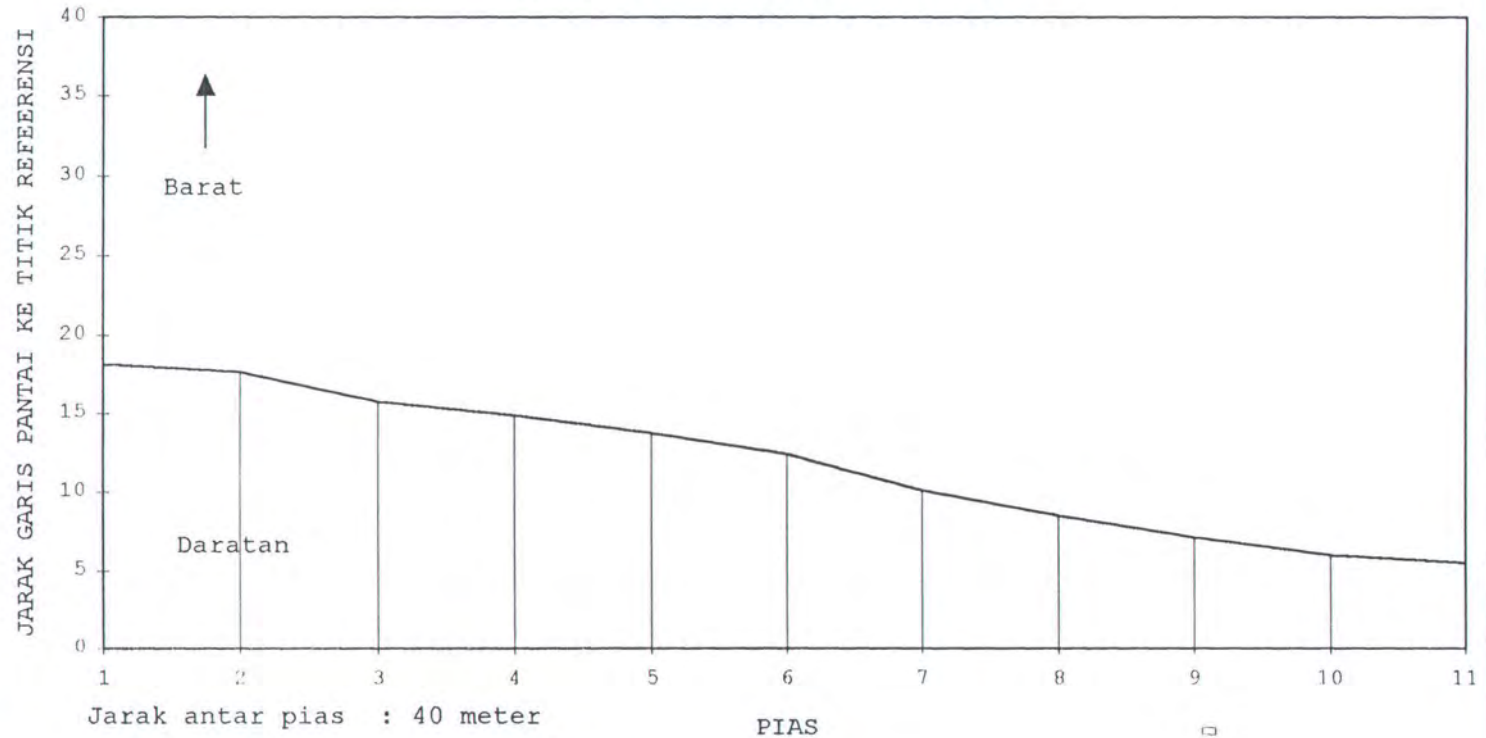
#### IV.5 ANALISA EROSI PANTAI CIKONENG

Dalam merencanakan bangunan pelindung pantai, sebelumnya kita harus mengetahui terlebih dahulu penyebab terjadinya permasalahannya. Pada bab sebelumnya telah disebutkan penyebab utama erosi pantai adalah pengaruh alam dan manusia. Setelah kita menganalisa dari data-data yang dapat diperoleh, dapat kita simpulkan bahwa penyebab utama dari terjadinya erosi di Pantai Cikoneng adalah arus laut dan gelombang laut dalam. Arus yang cukup besar (berkisar antara 0,1 sampai dengan 0,8 m/dt) di lokasi ini menyebabkan pengikisan yang lebih cepat dan membawa sedimen-sedimen di sepanjang pantai sehingga akan terjadi erosi. Selain itu akibat gelombang pecah yang terjadi di perairan dangkal terutama disebabkan oleh gelombang dominan yang datang dari Barat dan Utara, yang memberikan energi yang cukup besar dan dapat mempengaruhi terjadinya perubahan garis pantai.

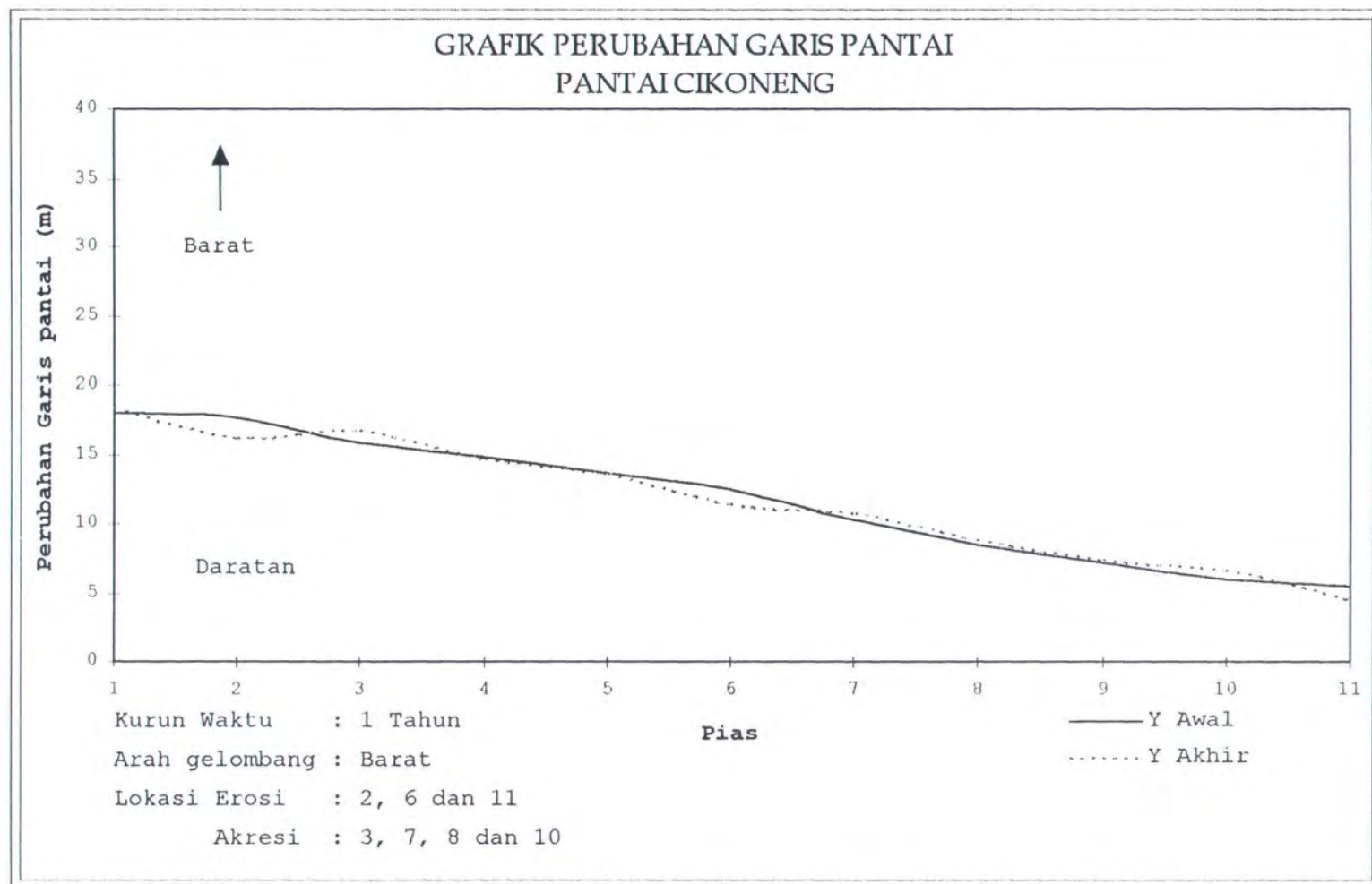
Arus yang terjadi bergerak sejajar pantai demikian pula gelombang yang timbul di dominasi oleh gelombang yang relatif sejajar dengan garis pantai di Cikoneng, sehingga erosi yang terjadi merupakan erosi sejajar pantai atau *Longshore Sediment Transport*. Kondisi Pantai Cikoneng akibat erosi ini diperburuk lagi oleh aktifitas manusia yang menambang batu dan pasir di wilayah ini, sehingga kerusakan semakin parah. Untuk itu diperlukan suatu pelindung yang dapat mengatasi erosi pantai yang terjadi.



### GRAFIK GARIS PANTAI CIKONENG

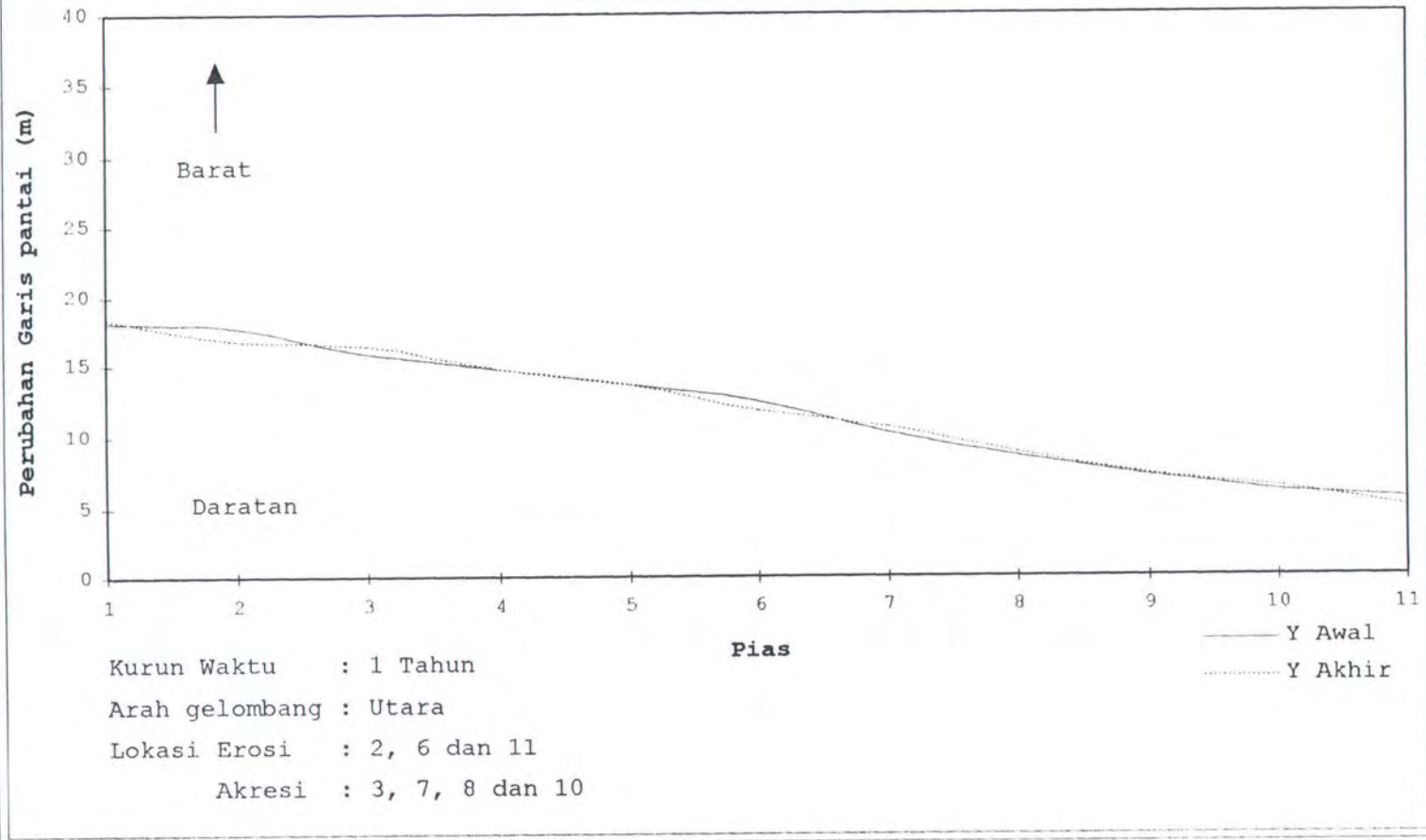


Gambar 4.5 Grafik Pembagian Pias Garis Pantai di Pantai Cikoneng



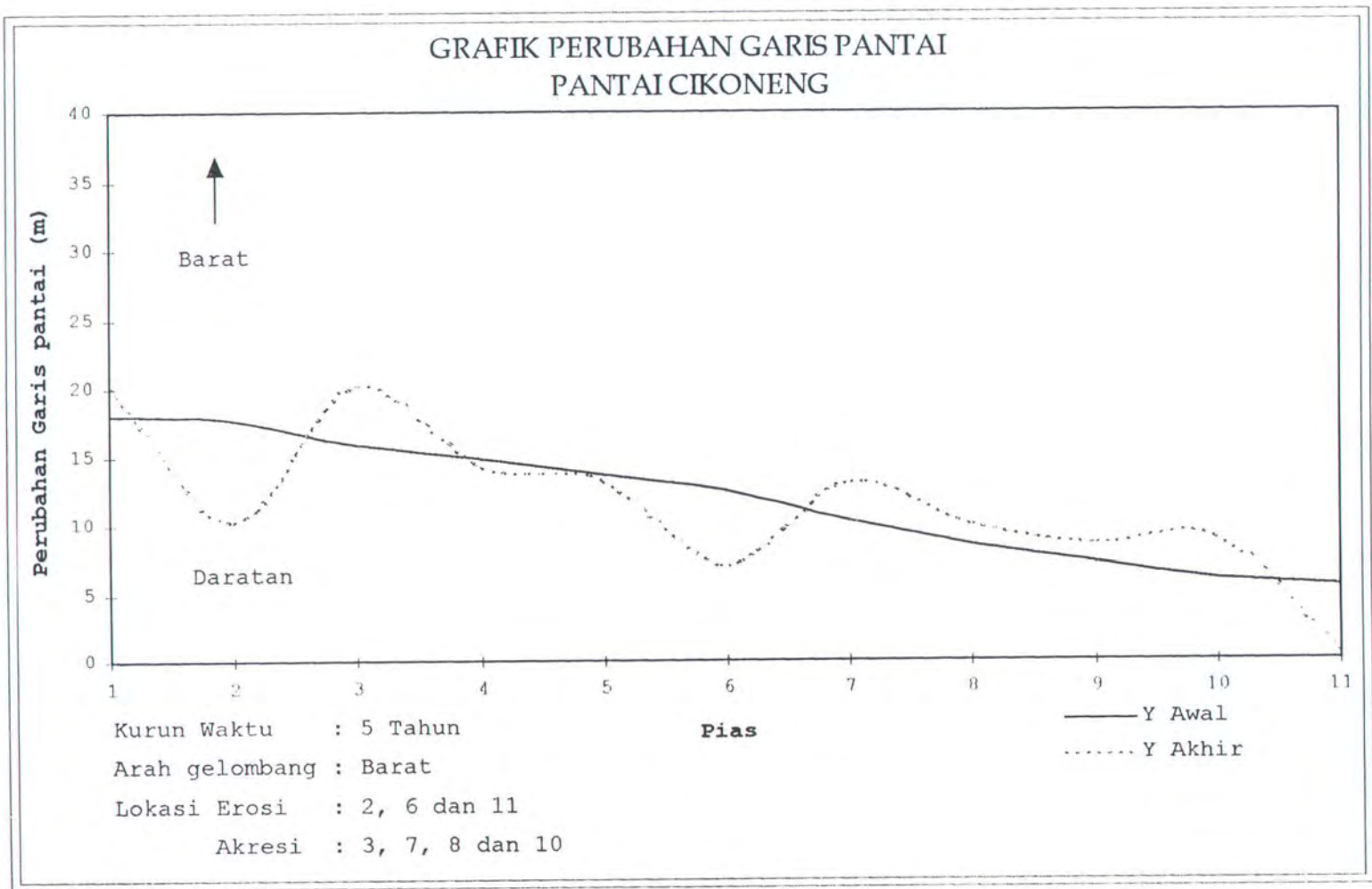
Gambar 4.6 Grafik Perubahan Garis Pantai di Pantai Cikongeng

# GRAFIK PERUBAHAN GARIS PANTAI PANTAI CIKONENG

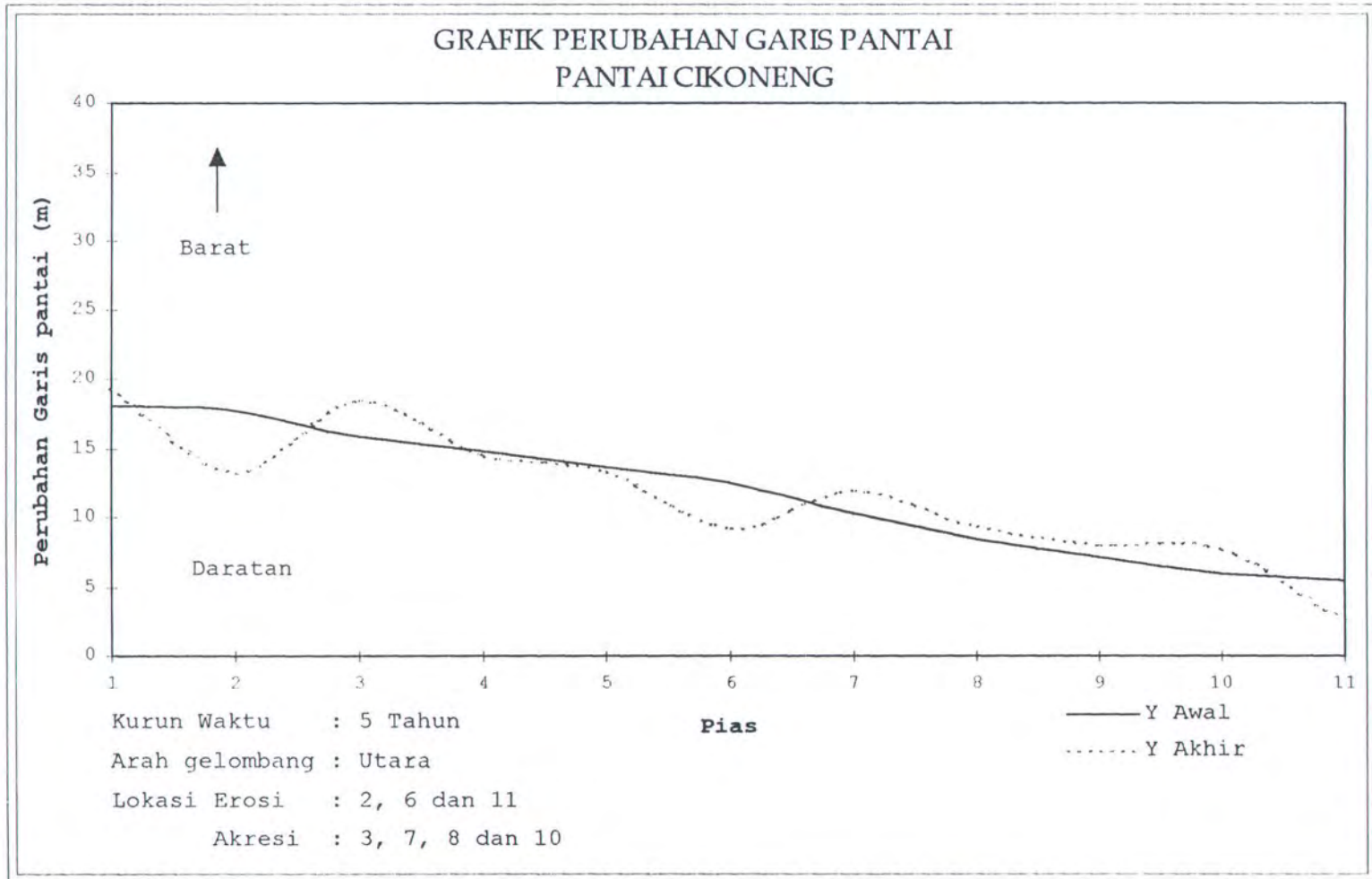


Gambar 4.7 Grafik Perubahan Garis Pantai di Pantai Cikoneng

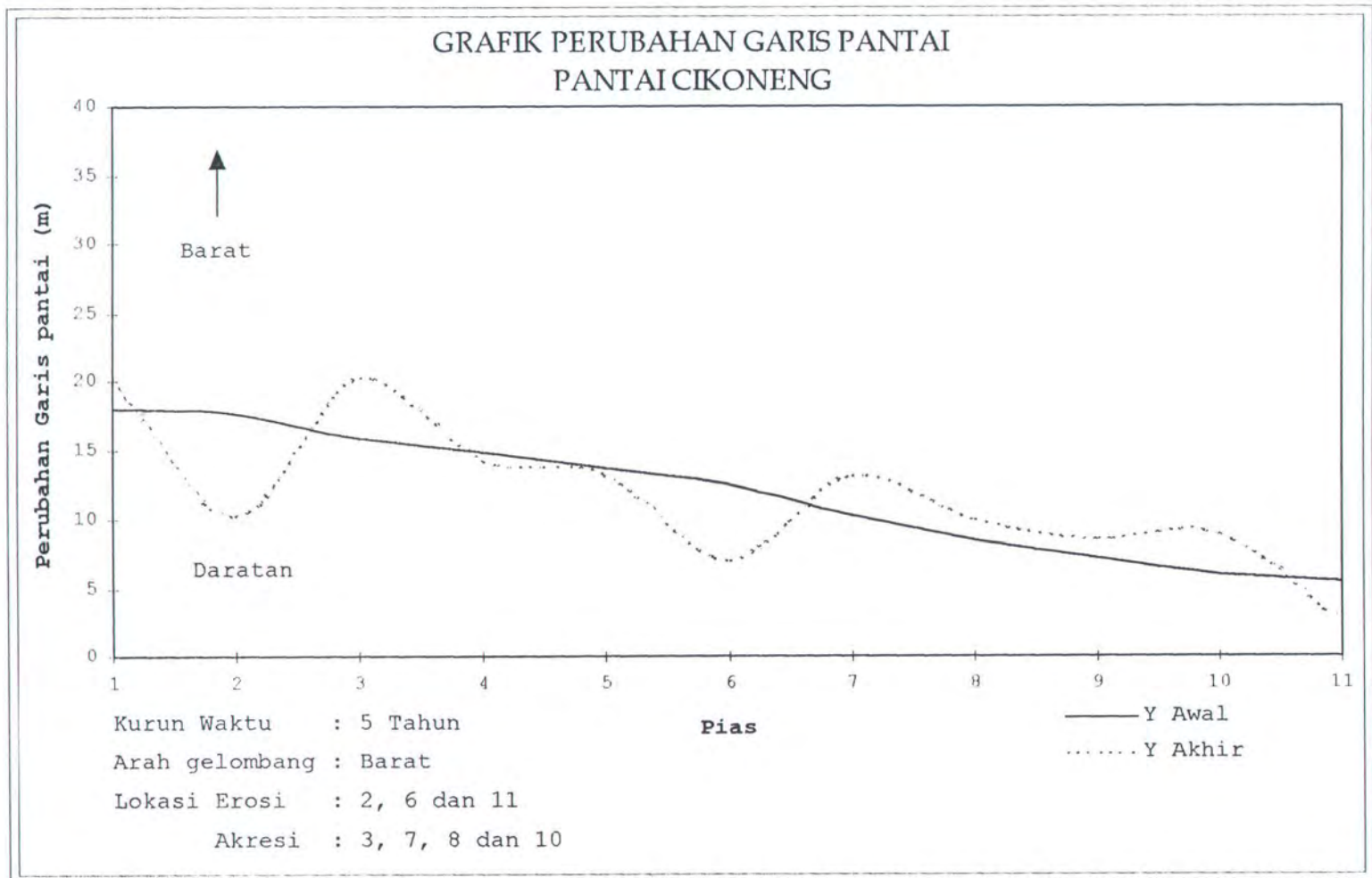




Gambar 4.8 Grafik Perubahan Garis Pantai di Pantai Cikoneng

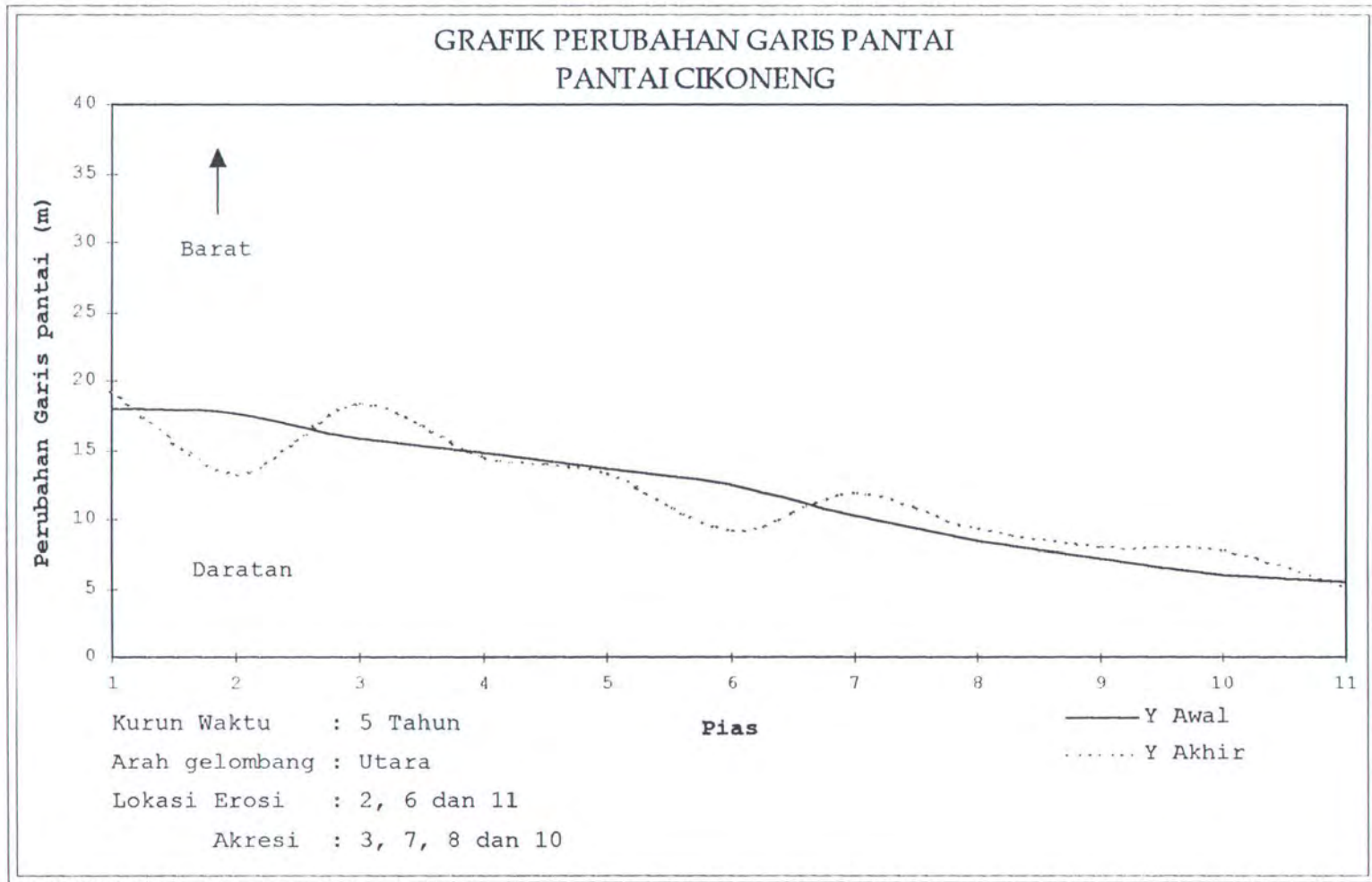


Gambar 4.9 Grafik Perubahan Garis Pantai di Pantai Cikoneng



Gambar 4.10 Grafik Perubahan Garis Pantai di Pantai Cikoneng ( $Q_{el}=10m^3$ )





Gambar 4.11 Grafik Perubahan Garis Pantai di Pantai Cikoneng ( $Q_{el}=10m^3$ )

“...Keunggulan Ilmu Orang Arief Berjiwa Luhur,  
Memiliki Kepekaan Dan Pertimbangan,  
Melihat Mana Yang Patut Dan Pantas,  
Hati Yang Tahu, Mengira-ngira serba Bijak. ...”

## BAB V

### PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI



## BAB V

### PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

#### V.1 STRUKTUR BANGUNAN PELINDUNG PANTAI

Struktur pengaman pantai dibangun untuk mengendalikan erosi dan mengatasi abrasi yang terjadi di pantai, fungsi lainnya juga untuk merawat kondisi pantai. Proses erosi terjadi karena material yang tererosi volumenya lebih banyak dari pada material yang terdeposisi di lokasi, sehingga material di lokasi mulai berkurang atau terkikis. Oleh karena itu perencanaan struktur pengaman dan pelindung pantai merupakan suatu penyelesaian bagi permasalahan erosi/abrasi pantai.

Pada umumnya langkah-langkah yang direncanakan dalam memberikan stabilitas terhadap pantai dibedakan ke dalam dua kelas (CERC, SPM.Vol.1, 1984), yaitu :

1. Struktur yang dipergunakan untuk menjaga agar gelombang dengan ketinggian gelombang yang besar tidak menjangkau kawasan pantai, dermaga ataupun pelabuhan. Sebagai contoh adalah breakwater, seawall, bulkhead, serta revetmant.
2. Struktur buatan yang digunakan untuk mengurangi laju sedimen transport sepanjang pantai, baik yang sejajar dengan garis pantai, maupun pada arah yang



tegak lurus terhadap garis pantai. Sebagai contoh dari struktur bangunan ini adalah groin dan jetties.

Sedangkan secara fisik dan penempatan struktur dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok (Sorensen, 1978), yaitu :

1. Struktur yang dibangun tegak lurus terhadap garis pantai dan biasanya berhubungan langsung secara fisik terhadap garis pantai. Contohnya adalah groin untuk menjaga stabilitas pantai, jetties pada pelabuhan dan beberapa tipe breakwater.
2. Struktur yang dibangun di lepas pantai dan sejajar terhadap garis pantai. Yang termasuk kelompok ini terutama adalah breakwater untuk perlindungan pantai.
3. Struktur yang dibangun pada permukaan garis pantai dan sejajar terhadap garis pantai. Contoh struktur yang termasuk kelompok ini antara lain seawall dan revetment.

## V.2 STRUKTUR GROIN

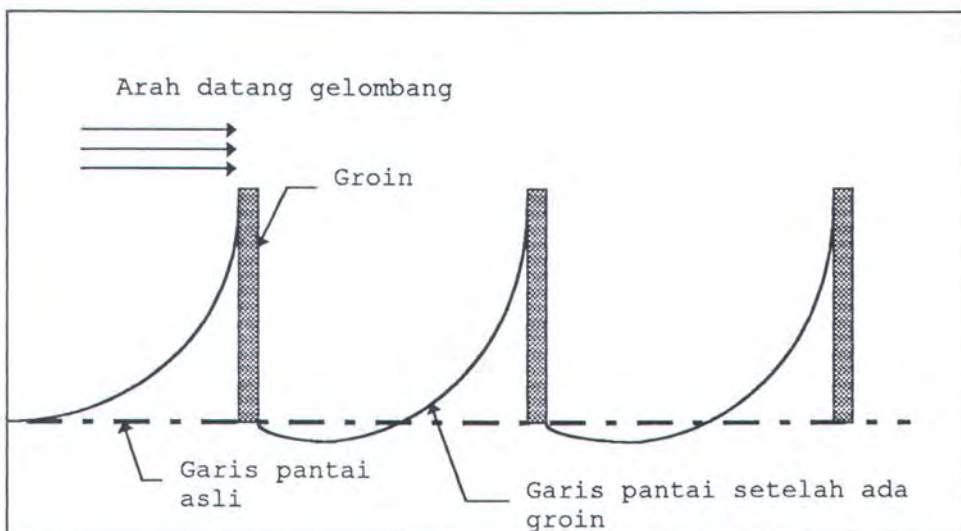
### V.2.1 Pengertian Groin

Groin adalah suatu konstruksi yang diletakkan di sepanjang garis pantai, dengan posisi tegak lurus. Groin dirancang untuk melindungi daerah sepanjang garis

pantai dari proses erosi akibat terjadinya perpindahan sedimen sejajar pantai (*litoral sediment transport*).

Pada umumnya konstruksi groin ini berupa konstruksi rubble-mound atau tumpukan batu, baik berupa batu alam atau batu buatan, caison beton, turap, tiang yang dipancang sejajar. Namun ada beberapa groin yang dibuat dari konstruksi kayu.

Perlindungan pantai dengan menggunakan satu groin tidak efektif. Biasanya perlindungan pantai dilakukan dengan menggunakan suatu seri bangunan yang terdiri dari beberapa groin yang ditempatkan dengan jarak tertentu (Gambar 5.1), karena jika menggunakan satu sistem groin saja maka perubahan garis pantai yang terjadi tidak terlalu besar (Triatmodjo, 1999).



Gambar 5.1 Seri Bangunan groin dan perubahan garis pantai yang ditimbulkannya (Triatmodjo, 1999)

### V.2.2 Tipe Groin

Ada beberapa tipe groin yang dapat dibuat dalam melindungi suatu wilayah pantai, tipe-tipe tersebut disesuaikan dengan kondisi dan fungsi optimal yang diinginkan. Umumnya groin dibuat secara tegak lurus garis pantai, namun karena beberapa hal ada beberapa groin yang juga sejajar pantai sebagai struktur tambahan.

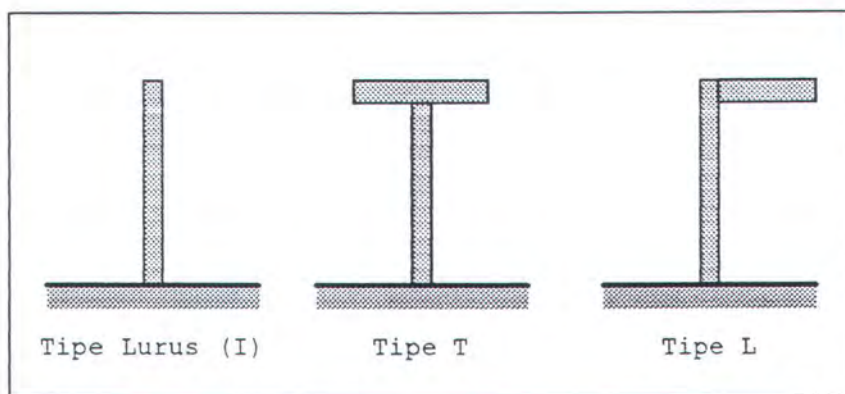
Tipe groin yang sudah dikenal sampai sekarang adalah tipe I, L dan T seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.2. Masing-masing memiliki kelebihan tersendiri, dimana bentuk itu merupakan suatu pengembangan dari kebutuhan struktur pelindung pantai.

### V.2.3 Fungsi Operasional Groin

Dalam pola perlindungan pantai akibat erosi dan abrasi ini, berprinsip bahwa angkutan sedimen di wilayah yang ditinjau tidak berpindah. Untuk mempertahankan agar sedimen tersebut tidak tererosi, maka diperlukan suatu bangunan seperti groin.

Konsep dasar dari perlindungan pantai ini adalah dengan membagi wilayah pantai menjadi beberapa pias dan menstabilkan pantai dalam pias tersebut, maka untuk menstabilkan wilayah pantai dibuatlah struktur groin.





Gambar 5.2 Beberapa tipe groin  
(Triatmodjo, 1999)

Pada dasarnya groin bekerja dengan cara menahan transpor sedimen sepanjang pantai. Dengan posisi yang tegak lurus terhadap garis pantai, groin akan menahan dan mengendapkan sedimen tersebut, sehingga sedimen tersebut berkumpul atau ditangkap di sisi sebelah hulu (terhadap arah transport sedimen sepanjang pantai). Sementara di daerah hilir groin angkutan sedimen tetap terjadi, sedangkan di daerah hulu terhalang oleh bangunan, akibatnya di hilir groin mengalami kekurangan sedimen sehingga pantai mengalami erosi. Sehingga keadaan ini akan berlanjut terus menerus yang menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai yang pada akhirnya mencapai suatu keseimbangan baru. Kondisi dimana terjadi suatu keseimbangan baru ini adalah bilamana terjadi sudut yang dibentuk oleh gelombang pecah terhadap garis pantai baru tersebut adalah nol

( $\alpha_c = 0$ ), sehingga tidak terjadi suatu angkutan sedimen sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999).

Secara operasional groin ditentukan oleh beberapa ketentuan (CERC, SPM. Vol.1, 1984), yaitu :

1. Groin hanya digunakan terhadap kondisi *longshore transport*.
2. Penyesuaian keadaan pantai sekitar groin akan bergantung pada jarak serta arah *longshore transport*.
3. Hasil akumulasi *longshore transport* oleh groin pada pantai akan mengubah profil pantai.
4. Gelombang yang menerpa struktur groin kadang-kadang akan dipantulkan ke lepas pantai sepanjang sisi groin.
5. Prosentase *longshore transport* yang melalui groin akan bergantung pada dimensi groin, dimensi bahan pembentuk groin, water level, dan kondisi gelombang.
6. Endapan *longshore transport* yang terkumpul akan menumbuhkan pasir penyeimbang naik

Jenis groin lain adalah groin sejajar garis pantai sebagai struktur tambahan memiliki fungsi lain, groin tipe ini dikenal dengan groin tipe T. Penggunaan groin tipe T ini didasarkan pada beberapa alasan berikut :

1. Untuk mengurangi energi gelombang datang oleh bagian groin yang sejajar pantai



2. Daerah di belakang bagian groin yang sejajar pantai diharapkan dapat tenang sehingga dapat mencegah hilangnya pasir ke arah laut.
3. Groin dapat digunakan untuk inspeksi bangunan groin dan turis yang akan melihat ke arah lepas pantai.

### V.3 PERENCANAAN GROIN

#### V.3.1 Panjang dan Spasi Groin (*Lay Out*)

Dalam penentuan panjang groin sangat tergantung pada kondisi pantai, dengan demikian apabila pantai berkerikil maka groin direncanakan dan dibangun sampai dasar pasir dan tidak perlu diperpanjang terlalu jauh dari titik pertemuan antara pasir dan kerikil. Sebaliknya untuk pantai pasir groin dibuat sampai LWNT (*Low Water Neap Tide*). Berdasarkan penelitian, 90% angkutan pasir sepanjang pantai dianggap terjadi diatas muka air rendah (Yuwono, 1992).

Untuk spasi groin, dalam perencanaan bangunan pelindung pantai ini penulis tidak menggunakan perumusan yang umum digunakan. Disini penulis merencanakan pembangunan groin pada pias-pias yang mengalami erosi, pada analisa dan pembahasan diperoleh bahwa pada spasi no 2, 6 dan 11 yang mengalami kerusakan yang cukup parah. Jarak antara groin (spasi) diperoleh dari jarak antara pias 1 dan 2, lalu antara pias 2 ke 6 dan antara pias 6 ke 11, dimana jarak



antara pias adalah 40 m. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat panjang dan spasi groin pada tabel berikut.

Tabel 5.1 Hasil perhitungan panjang dan spasi groin serta penempatan dalam pias

Pias	Jarak (m)	Panjang (m)
1	0	50
2	40	
3	80	
4	120	
5	160	60
6	200	
7	240	
8	280	
9	320	
10	360	60
11	400	

Sesuai dengan tujuan dari pembangunan groin ini adalah untuk menanggulangi erosi pantai di Pantai Cikoneng, maka dilakukan analisa terhadap perubahan garis pantai setelah adanya groin di lokasi tersebut. Analisa dilakukan sama dengan analisa perubahan garis pantai, dimana pada pias no 2, 6 dan 11 di pasang groin sehingga setelah adanya groin maka perubahan garis pantai menjadi positif dengan nilai penambahan sebesar 7.125 m untuk gelombang dominan dari arah Utara dalam kurun waktu 1 tahun. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran C. Khusus untuk pias 11 disini merupakan lokasi muara sungai, sehingga keberadaan groin disini berfungsi juga sebagaimana jetty.

### V.3.2 Tinggi Groin

Ketinggian groin dipengaruhi oleh jenis dari pada pantai dimana groin tersebut akan dibangun, dan Pantai Cikoneng merupakan pantai sedikit berpasir dan kerikil. Groin yang terlalu tinggi sangat efektif untuk menangkap dan menahan sedimen akan tetapi kerusakan pada bagian hilir (*down drift*) berupa erosi juga akan parah terutama apabila pantai tersebut merupakan daerah wisata. Oleh karena itu, jika dimungkinkan groin direncanakan tidak terlalu tinggi terhadap design level. Tinggi groin menurut Thorn and Robert berkisar 50-60 cm diatas elevasi rencana, sedangkan berdasarkan Muir Wood and Fleming antara 50-100 cm di atas elevasi rencana.

Tinggi rencana groin mengacu pada tinggi gelombang setelah mengalami shoaling yang terjadi di lokasi. Tinggi maksimum adalah 1.8 m. Selanjutnya mengikuti roei yang telah disebutkan diatas maka tinggi struktur groin yang direncanakan untuk lokasi penelitian sebesar 2.3 m.

### V.3.3 Bahan Lapis Lindung Groin

Groin yang akan direncanakan adalah groin dengan menggunakan tumpukan batu (*rubble-mound*), sedangkan bahan dari rubble-mound ini adalah dengan menggunakan batu alam (*quarry stone*). Pertimbangan dari penggunaan



batu alam (*quarry stone*). Pertimbangan dari penggunaan batu alam ini adalah mudah diperoleh. Karakteristik dari batu ini adalah kasar. Struktur groin akan terdiri dari beberapa bagian (lapis) dimana setiap lapis menggunakan jenis batuan yang berbeda. Bahan penyusun yang akan digunakan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (Yuwono,1992):

- ⇒ Bahan lapi lindung harus tahan terhadap keadaan lingkungan (tidak mudah lapuk, tidak rusak karena bahan kimia, tahan terhadap gaya dinamik yang berasal daari gelombang pecah dsb).
- ⇒ Batu (alam atau buatan) harus mempunyai berat jenis yang cukup besar ( $>2.6$ ), Makin besar berat jenis bahan yang digunakan, makin kecil ukuran batu yang diperlukan, sehingga mempermudah pelaksanaan pekerjaan.
- ⇒ Bahan lapis lindung harus cukup kasar sehingga mampu menahan gaya-gaya yang disebabkan oleh gelombang.
- ⇒ Bahan lapis lindung yang dipakai haruslah yang relatif lebih murah, perlu pemilihan jenis bahan yang ada di lokasi pekerjaan, sehingga didapatkan jenis konstruksi yang murah (aspek ekonomis)

#### V.3.4 Sifat-Sifat Bahan Lapis Lindung

Ada beberapaa kriteria yang diperlukan dalam menentukan ukuran lapis lindung, sifat-sifat bahan



lapis lindung perlu dikuantifikasikan dalam suatu parameter. Ada empat sifat bahan lapis lindung yang penting dan dua diantaranya sangat penting untuk perhitungan stabilitas konstruksi ( $\rho_a$  dan  $K_D$ ). Sedangkan kedua sifat yang lain sangat penting untuk penentuan ukuran dari bangunan.

a. Rapat massa batuan,  $\rho_a$  (mass density)

Rapat massa batu granit	= 2650 - 3000 kg/m <sup>3</sup>
Rapat massa batu Basaaalt	= 2700 kg/m <sup>3</sup>
Rapat massa limestone	= 2300 - 2750 kg/m <sup>3</sup>
Rapat massa beton	= 2300 - 3000 kg/m <sup>3</sup>

Limestone block jarang digunakan untuk bangunan pemecah gelombang karena rapat massanya yang relatif rendah dan tidak tahan terhadap lingkungan (cuaca, gempuran gelombang, bahan kimia dsb).

Rapat massa beton dapat diusahakan tinggi dengan caraa menggunakan bahan aggregate khusus. Beton yang digunakan harus memiliki paling tidak 30 N/mm<sup>2</sup> pada saat berumur 28 hari (Yuwono, 1992).

b. Koefisien batu pelindung,  $K_D$  (damage coefficient)

Koefisien ini merupakan pencerminan dari berbagai sifat-sifat yang belum termasuk dalam ketiga sifat bahan yang dijelaskan ( $\rho_a$ ,  $K_D$ ,  $n$ ). Sifat-sifat bahan yang diwakili oleh koefisien  $K_D$  antara lain : bentuk batu, kekasaran, tingkat

interlocking, lokasi batu dalam pemecah gelombang dsb. Untuk nilai  $K_D$  dapat dilihat dari Tabel 5.2 dibawah ini.

c. Koefisien lapisan  $K_A$  (*layer coefficient, packing coef*)

Koefisien ini menunjukkan tingkat nahan lapis lindung untuk bergabung bersama dalam suatu lapisan. Koefisien ini penting untuk menentukan ukuran ketebalan lapisan.

d. Koefisien porositas,  $n$  (*porosity*)

Koefisien ini menunjukkan rasio antara volume rongga (*void volume*) dengan total volume. Koefisien ini terutama untuk menentukan jumlah batu (*armour unit*) dalam suatu proyek.



Tabel 5.2 Nilai  $K_D$  (No damage criteria and minor overtopping) (SPM, 1984)

No-Damage Criteria and Minor Overtopping							
Armor Units	n	Placement	Structure Trunk		Structure Head		Slope
			$K_D^2$		$K_D$		
			Breaking Wave	Nonbreaking Wave	Breaking Wave	Nonbreaking Wave	
Quarystone							
Smooth rounded	2	Random	1.2	2.4	1.1	1.9	1.5 to 3.0
Smooth rounded	>3	Random	1.6 <sub>4</sub>	3.2	1.4 <sub>4</sub>	2.3	
Rough angular	1	Random		2.9		2.3	
Rough angular	2	Random	2.0	4.0	1.9	3.2	1.5
					1.6	2.8	2.0
					1.3	2.3	3.0
Rough angular	>3	Random	2.2	4.5	2.1	4.2	
Rough angular	2	Special	5.8	7.0	3.3	6.4	
Parallelepiped	2	Special	7.0 - 20.0	8.5 - 24.0	--	--	
Tetrapod and Quadripod	2	Random	7.0	8.0	5.0	6.0	1.5
					4.5	5.5	2.0
					3.5	4.0	3.0
Tribar	2	Random	9.0	10.0	8.3	9.0	1.5
					7.8	8.5	2.0
					6.0	6.5	3.0
Dolos	2	Random	15.8 <sup>8</sup>	31.8 <sup>8</sup>	8.0	16.0	2.0 <sup>9</sup>
					7.0	14.0	3.0
Modified cube	2	Random	6.5	7.5	—	5.0	
Hexapod	2	Random	8.0	9.5	5.0	7.0	
Toskare	2	Random	11.0	22.0	—	—	
Tribar	1	Uniform	12.0	15.0	7.5	5.5	
Quarystone ( $K_{RR}$ )							
Graded angular	—	Random	2.2	2.5	—	—	

<sup>1</sup> CAUTION: Those  $K_D$  values shown in italics are unsupported by test results and are only provided for preliminary design purposes.

<sup>2</sup> Applicable to slopes ranging from 1 on 1.5 to 1 on 5.

<sup>3</sup> n is the number of units comprising the thickness of the armor layer.

<sup>4</sup> The use of single layer of quarystone armor units is not recommended for structures subject to breaking waves, and only under special conditions for structures subject to nonbreaking waves. When it is used, the stone should be carefully placed.

<sup>5</sup> Until more information is available on the variation of  $K_D$  value with slope, the use of  $K_D$  should be limited to slopes ranging from 1 on 1.5 to 1 on 3. Some armor units tested on a structure head indicate a  $K_D$ -slope dependence.

<sup>6</sup> Special placement with long axis of stone placed perpendicular to structure face.

<sup>7</sup> Parallelepiped-shaped stone: long slab-like stone with the long dimension about 3 times the shortest dimension (Markle and Davidson, 1979).

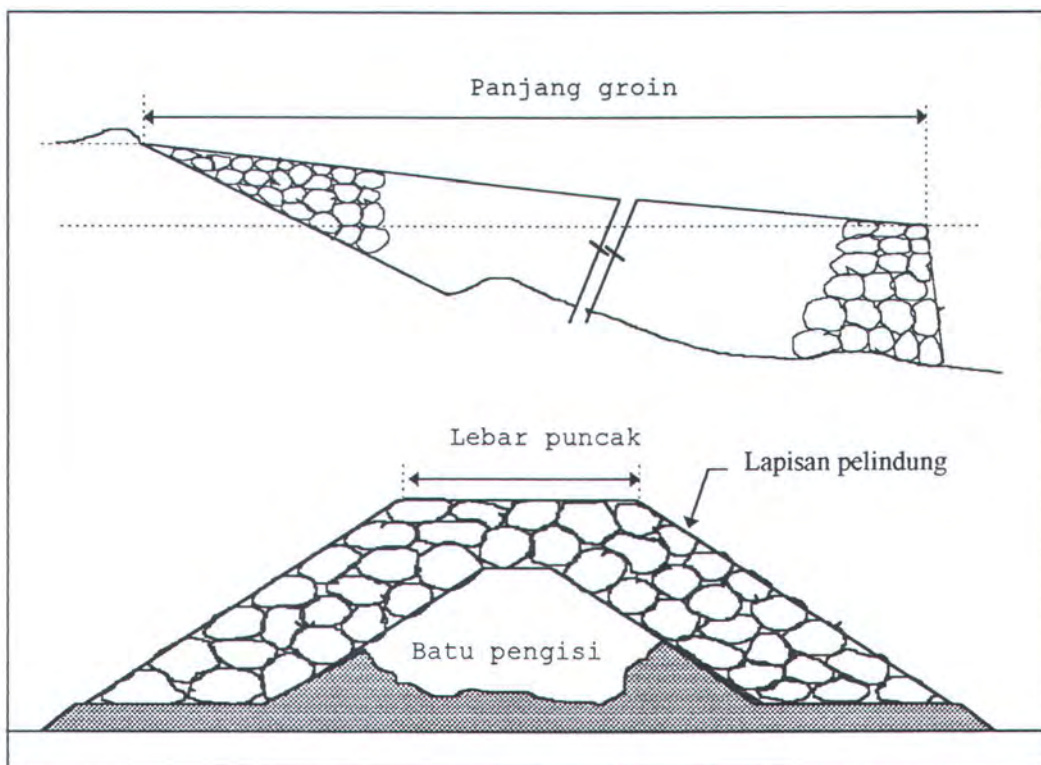
<sup>8</sup> Refers to no-damage criteria (<5 percent displacement, rocking, etc.); if no rocking (<2 percent) is desired, reduce  $K_D$  50 percent (Zwamborn and Van Niekerk, 1982).

<sup>9</sup> Stability of dolosse on slopes steeper than 1 on 2 should be substantiated by site-specific model tests.



### V.3.5 Tipe Bahan Lapis Lindung (*armour unit*)

Umumnya groin yang dibangun berupa konstruksi *rubble-mound groin*. *Rubble-mound groin* merupakan suatu konstruksi yang berupa lapisan-lapisan batuan yang ditata miring. Sebagai suatu aturan umum desain groin, tiap-tiap lapisan harus didesain agar lapisan yang terdiri atas material yang lebih halus tidak mudah berpindah atau berubah susunannya. Sedangkan lapisan terluar didesain agar tahan terhadap hempasan gelombang yang mengenai struktur groin.



Gambar 5.3 Groin dari tumpukan batu  
(Triatmodjo, 1999)

Penampang melintang dan memanjang rubble-mound groin dapat dilihat pada Gambar 5.3 Hampir keseluruhan desain standard rubble mound groin mengacu pada penampang melintang ini, dimana terdiri dari beberapa lapisan yang setiap lapisannya disusun dari batuan, baik batu alam atau batu buatan. Tiap satuan batuan ini disebut *Armour unit*, yang setiap unit memiliki ukuran yang mampu menahan hantaman gelombang. Ukurannya dinyatakan dengan berat rata-rata tiap armour unit,  $W$  atau berat satuan batu pelapis.

Dalam perencanaan bangunan pengaman dan pelindung pantai di Pantai Cikoneng ini penulis menggunakan batu alam sebagai bahan yang akan digunakan dalam menyusun rubble mound groin. Pemilihan konstruksi groin dari tumpukan batu alam ini karena mudah diperoleh disekitar lokasi Pantai Cikoneng.

Batu alam ini didapatkan dari peledakan bukit di daerah quarry. Karakteristik dari batu ini adalah kasar, bersudut dan bentuknya tidak teratur. Spesifikasi dari batu alam ini adalah sebagai berikut :

⇒ Rapat massa 2400 s/d 3000 kg/m<sup>3</sup>

⇒ Koefisien  $K_D$

Damage (%)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30
$K_D$	4.0	4.9	6.6	8.0	10.0

⇒ Koefisien lapis,  $K_A = 1.00 - 1.15$

⇒ Porositas,  $n = \text{kira-kira } 37 \%$

### V.3.6 Berat Batu

Untuk berat batu yang akan digunakan dalam perencanaan groin ini menggunakan rumusan sebagai berikut (Hudson, 1953):

$$W > \frac{\rho_a g H^3}{K_D (Sr - 1)^3 \cot(\alpha)} \quad . . . (5.1)$$

dimana :

- W = berat minimum batu pelindung
- H = tinggi gelombang rencana (1.8 m)
- $\rho_c$  = rapat massa batu pelindung (2400 kg/m<sup>3</sup>)
- g = percepatan gravitasi bumi
- $K_D$  = koefisien jenis batu lindung (4)
- Sr = rapat massa relatif =  $\rho_c / \rho_w$  (2.536)
- $\alpha$  = lereng bangunan (2)

Dari rumusan diatas diperoleh berat minimum dari batu pelindung  $W = 0.483$  Ton atau  $W = 0.5$  Ton. Sedangkan untuk berat satuan unit batuan pelapis kedua dan pelapis inti dihitung dengan menggunakan ketentuan pada Fig. 7-116 SPM. Vol II, 1984 yaitu  $W/10$  dan  $W/200$ , jadi untuk pelapis kedua ( $W_2$ ) batuannya memiliki berat minimum  $W/10$  atau 0.05 Ton dan pelapis inti ( $W_3$ ) batuannya memiliki berat minimum  $W/200$  atau 0.0025 Ton.



### V.3.7 Lebar Puncak

Lebar puncak dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$B = nK_{\Delta} \left( \frac{w}{w_r} \right)^{1/3} \quad . . . (5.2)$$

dimana :

$n$  = jumlah lapisan batu pelindung (3)

$K_{\Delta}$  = koefisien lapisan batu pelindung (1.1)

$r$  = tebal lapis batu pelindung (layer)

$w$  = berat batu pelindung (0.5 Ton)

$w_r$  = berat jenis batu (2.4 Ton)

Setelah memasukan nilai-nilai diatas diperoleh nilai  $B = 1.95$  m.

### V.3.8 Tebal Lapis Lindung

Tebal lapis batu pelindung (layer) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$r = nK_{\Delta} \left( \frac{w}{w_r} \right)^{1/3} \quad . . . (5.3)$$

dimana :

$n$  = jumlah lapisan batu pelindung (3)

$K_{\Delta}$  = koefisien lapisan batu pelindung (1.1)

$r$  = tebal lapis batu pelindung (layer)

$w$  = berat batu pelindung (0.5 Ton)

$w_r$  = berat jenis batu (2.4 Ton)

Setelah kita masukan nilai-nilai pada persamaan 5.3, maka kita peroleh tebal lapis lindung  $r = 1.36$  m atau 1.4 m. sedangkan untuk lapis kedua ( $W_2$ ) dan ketiga ( $W_3$ ) diperoleh dengan memasukan nilai  $n = 2$  (jumlah lapisan batu pelindung untuk lapis ke dua dan ketiga) dan  $K_\Delta = 1.15$ , hingga didapat nilai  $r_2 = 0.63$  m dan  $r_3 = 0.23$  m.

#### V.3.9 Panjang Tumit Pelindung (*toe berm*)

Panjang tumit pelindung (*toe berm*) ditentukan dengan persamaan :

$$b = nK_\Delta \left( \frac{w}{w_r} \right)^{1/3} \quad . . . (5.4)$$

dimana :

$n$  = jumlah lapisan batu pelindung (2)

$K_\Delta$  = koefisien lapisan batu pelindung (1.15)

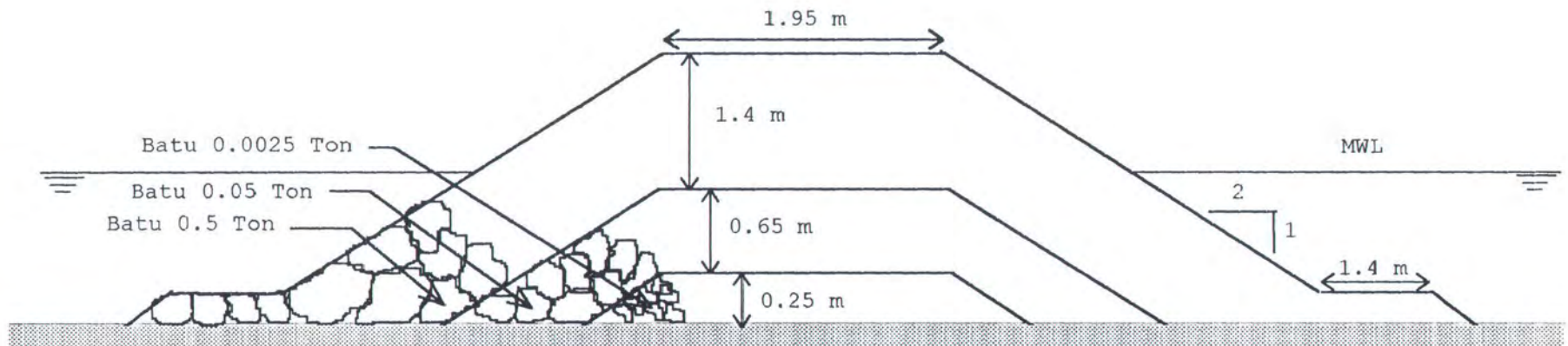
$b$  = tebal lapis batu pelindung (*layer*)

$w$  = berat batu pelindung (0.5 Ton)

$w_r$  = berat jenis batu (2.4 Ton)

Dengan memasukan nilai-nilai di atas kedalam persamaan 5.4, diperoleh nilai dari panjang tumit pelindung  $b = 1.36$  m.

Gambar 5.4 menunjukkan gambaran lebih jelas mengenai lay out groin yang akan dibangun.



Gambar 5.4 Tampang lintang groin hasil hitungan



“ . . . Adalah Matahari Yang Tahu Diri,  
Menarik Cahayanya,  
Dari Ladang, Dan Sawah-Sawah  
Yang Di Waktu Malam Ingin Menikmati Cahaya Bulan,  
Adalah Bunga Tanjung Yang Tiada Berbudi,  
Tapi Mekar Dalam Keindahannya,  
Karena Persekutuannya Dengan Alam Semesta,  
Dan Juga Suatu Penyerahan Diri. . . :”

## BAB VI KESIMPULAN



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

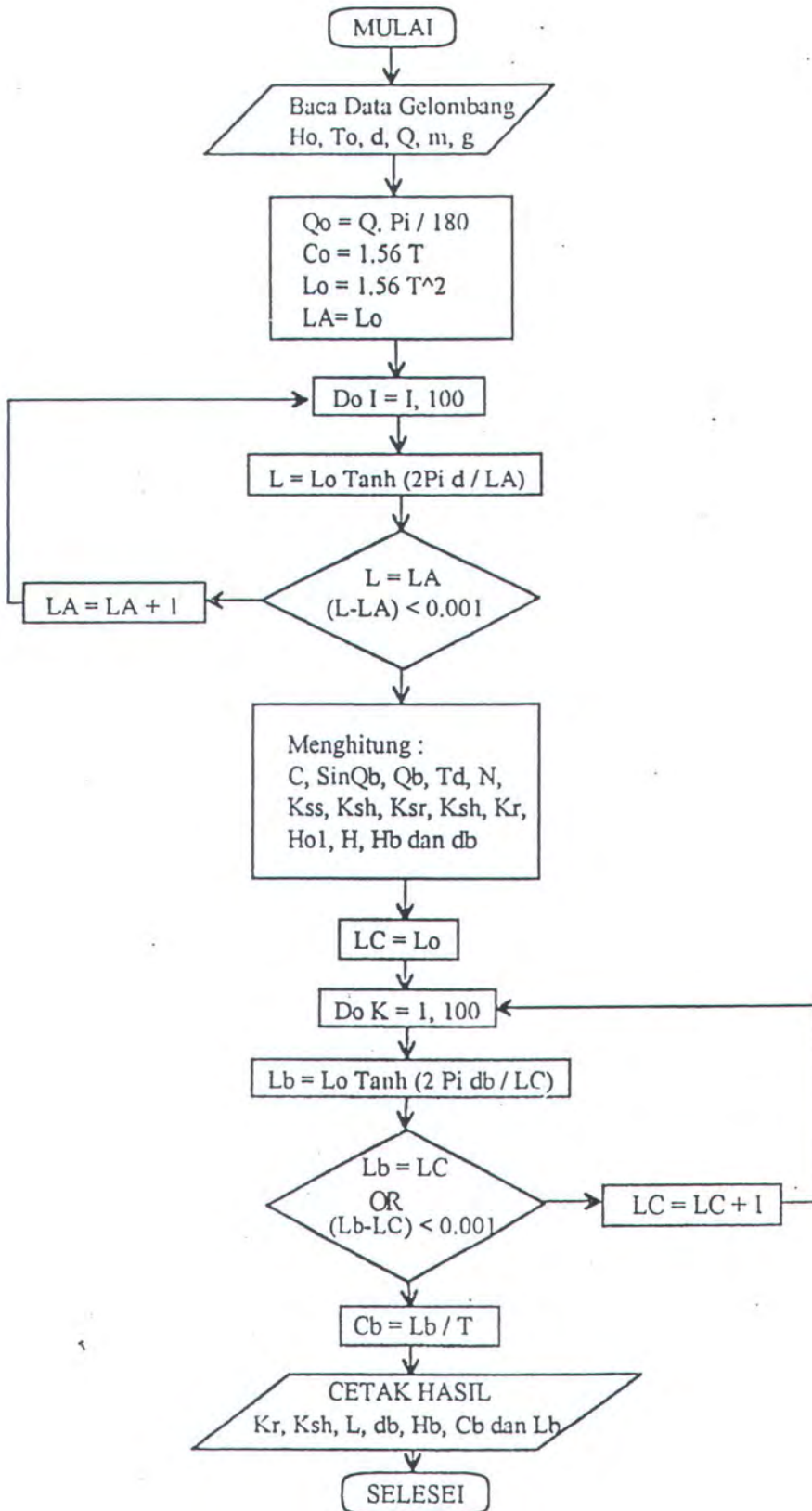
#### VI.1 KESIMPULAN

Bertolak dari kajian pada bab-bab sebelumnya, maka dapatlah disimpulkan bahwa :

1. Hasil analisa-analisa yang telah dilakukan menunjukkan kejadian angin dilokasi di dominasi oleh angin dari arah Utara yang relatif sejajar garis pantai, sehingga kerusakan pantai dikarenakan terjadinya *longshore sediment transport*. Oleh karenanya bangunan pengaman dan pelindung pantai yang sesuai untuk kondisi di Pantai Cikoneng adalah Groin. Kemunduran rata-rata terbesar hasil analisa menunjukkan sebesar  $-0.698$  m/tahun. Lay Out groin efektif yang direncanakan dalam penulisan ini adalah berdasarkan hasil analisa yang dilakukan dengan menempatkan groin pada lokasi yang mengalami erosi. Dengan melakukan pemodelan garis pantai kita ketahui pia-pias yang mengalami erosi, diantaranya pias 2, 6 dan 11, yang mengalami kemunduran yang cukup besar.
2. Pembahasan perencanaan *rubble mound groin* yang meliputi :



## FLOW CHART ANALISA PERHITUNGAN REFRAKSI GELOMBANG





- ⇒ Bahan penyusun batu alam (*quarry stone*) dengan berat 0.5 Ton untuk laips pertama, 0,05 untuk lapis kedua dan 0.0025 untuk lapis inti.
- ⇒ Panjang groin 1 =50 m, groin 2 dan 3 =60 m, sedangkan spasi antara groin 1-2 = 160 m dan spasi antara groin 2-3 =200 m.
- ⇒ Tinggi groin yang direncanakan adalah 2.3 m.
- ⇒ Tebal untuk masing-masing lapis berbeda yaitu, 1.4 m untuk lapis utama, 0.65 m untuk lapis kedua dan 0.25 untuk lapis inti.

## VI. SARAN

Untuk mencapai hasil yang ideal sangat tergantung pada ketersediaan data. Dalam menganalisa data, analisa refraksi, analisa perubahan garis pantai, pemilihan bahan pelindung sampai tata letak bangunan pelindung di lokasi banyak menggunakan asumsi-asumsi yang membatasi keakuratan hasil-hasil analisa yang dilakukan.

Oleh karena itu untuk memperoleh hasil yang lebih baik atau yang lebih ideal perlu dipertimbangkan saran-saran sebagai berikut :

1. Asumsi kontur dasar laut yang berbentuk paralel sejajar harus dikembangkan untuk sesuai dengan kondisi kontur lokasi Pantai Cikoneng.
2. Penggunaan analisa perubahan garis pantai terbatas pada pemodelan yang masih sederhana dan untuk itu

## DAFTAR PUSTAKA

- Caster, R. W. G 1978. "Coastal Environments", An Introduction to Physical, Ecological and Cultural Systems, Environmental Science, University of Ulster, Coleraine C. Derry BT52. Northern Ireland.
- Dean, R. G and Dalrymple, R. A. 1984. "Water Wave Mechanics For Engineer and Scientist", Prentice Hall Inc. USA
- Komar, P. D, 1983. "Computer Models of Shoreline Change", CRC. Handbook of Coastal Processes and Erosion, Chapter 10, page 205-216, Florida: CRC. Press, Inc Boca Raton.
- Pangluar, Kardana, dan Bambang, .S. 1994. "Penanggulangan Erosi Pantai Cikoneng-Carita Jawa Barat", Jurnal Warta Pengairan Th 8. No 30-33, Bandung
- Pratikto, W. A., Armano, H. D., Suntoyo. 1997. "Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut", Yogyakarta, BPFE
- Sorensen, R. M. 1978. "Basic Coastal Engineering", John Willey & Sons, New York
- Suntoyo. 1997. "Penanggulangan Erosi Pantai Kuta Akibat Adanya Gangguan Longshore Sediment Transport", Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian ITS, Surabaya
- Triatmodjo, B. 1991. "Proses Erosi/Sedimentasi Pantai", Unit Antar Universitas Ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada
- Triatmodjo, B. 1999. "Teknik Pantai", Yogyakarta, Beta Offset
- U.S Army Corp Engineering. 1994. Shore Protection Manual, 4<sup>th</sup> ed. Vol I dan II, Mississippi
- Yuwono, N. 1992. "Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai", Teknik Pantai Volume II Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada





LAMPIRAN A  
PROGRAM ANALISA  
PERHITUNGAN REFRAKSI GELOMBANG



# LISTING PROGRAM ANALISA PERHITUNGAN SHOALING DAN REFRAKSI GELOMBANG

```

c234567
C$noext
C^
C^          P R O G R A M          ^
C^          S H O A L I N G   D A N   R E F R A K S I   ^
C^
C^ IDENTIFIKASI VARIABEL DAN KONSTANTA YANG DIGUNAKAN ^
C=====
C^
C^ a,b   : Variabel yang diberikan oleh Weigel          ^
C^ C     : Celerity gelombang pada daerah gugusan karang ^
C^ Co    : Celerity gelombang di perairan dalam         ^
C^ d     : Kedalaman perairan digugusan karang dihitung ^
C^        dari MSL                                     ^
C^ db    : Kedalaman perairan gelombang pecah          ^
C^ g     : Percepatan grafitasi                          ^
C^ H     : Tinggi gelombang akibat Shoaling dan Refraksi ^
C^        Gelombang                                    ^
C^ Hb    : Tinggi gelombang pecah                       ^
C^ Ho    : Tinggi gelombang di laut dalam               ^
C^ Ho1   : Tinggi gelombang di laut dalam jika tidak    ^
C^        terjadi Refraksi                             ^
C^ Kr    : Koefisien Refraksi                           ^
C^ Ksh   : Koefisien Shoaling                           ^
C^ L     : Panjang gelombang di ujung gugusn krang      ^
C^ Lo    : Panjang gelombang di laut dlam              ^
C^ Lb    : Panjang gelombang pecah                     ^
C^ m     : Kemiringan dasar laut pantai yang ditinjau  ^
C^ Q     : Sudut datang gelombang terhadap Shoreline dalam ^
C^        derajat di laut dalam (Deep Water)           ^
C^ Qo    : Sudut datang gelombang terhadap Shoreline dalam ^
C^        radian di laut dalam (Deep Water)             ^
C^ Qb    : Sudut datang gelombang pecah terhadap Shoreline ^
C^        dalam radian                                  ^
C^
Real Ksr,Kss,Kr,N,db,Hb,L,CB,Qo
Implicit Real (K - N)
Character GP*12, DG*12
Dimension Ho(99),T(99),Q(99),Lo(99),Co(99),Qo(99),
+LA(99),L(99),C(99),SinQB(99),Td(99),N(99),Kss(99),
+Ksr(99),Ksh(99),Kr(99),H(99),Hb(99),db(99),Lb(99),
+Cb(99),Qb(99),Ho1(99)
Open(2,File='C:\fortran\watfor77\dj.dat')
Open(3,File='C:\fortran\watfor77\dj.U')
Rad = 0.017532925
Pi  = 3.141572564
d   = 2.8
m   = 0.05
a   = 43.75*(1-(Exp(-19*m)))
b   = 1.56/(1+(Exp(-19.5*m)))
g   = 9.81

Write (*,22)'Garis Pantai          :'
22  Format (//,1x,A30,\)
    Read (*,222)GP
    Write (*,33)'Arah gelombang    :'

33  Format (1x,A30,\)
    Read (*,222)DG
222 Format (A12)
    Write (*,44)'Sudut Garis Pantai  :'
44  Format (1x,A30,\)
    Read (*,*)Alpa
    Write (3,55) GP,DG,Alpa
    Write (*,55) GP,DG,ALpa

```

```

55 Format (/ ,1x,'Perhitungan Shoaling dan Refraksi Gelombang',
+      / ,1x,'Garis Pantai' : ',A12,
+      / ,1x,'Arah Gelombang' : ',A12,
+      / ,1x,'Sudut Garis Pantai' : ',F5.1)

Write (3,66)
Write (*,66)
66 Format
+(/, '^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^'
+/, 1x,'No',4x,'Ho',5x,'To',6x,'Qo'
+/, 7x,'(m)',4x,'(s)',4x,'(der)'
+/, '^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^')
Do 50 I=1,5
Read (2,*)Ho(I),T(I),Q(I)

50 Continue
Do 30 I=1,5
Write (3,77)I,Ho(I),T(I),Q(I)
Write (*,77)I,Ho(I),T(I),Q(I)
77 Format (I2,2F8.3,F8.2)
30 Continue
Write (3,88)
Write(*,88)
88 Format
+(/, '^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^'
+/, 1x,'No',3x,'Kr',4x,'Ksh',5x,'H',5x,'L',6x,'db',5x,'Hb'
+/, 5x,'Cb',5x,'Lb',
+/, 19x,'(m)',3x,'(m)',5x,'(m)',3x,'(m)', '(m/dt^2)',2x,'(m)',
+/, '^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^')
Do 100 I=1,5
Qo(I) = Q(I)*Rad
Co(I) = 1.56*T(I)
Lo(I) = 1.56*T(I)**2
LA(I) = Lo(I)
70 L(I) =Lo(I)*Tanh(2*Pi*d/LA(I))
IF (L(I).EQ.LA(I).OR.ABS(L(I)-LA(I)).LT.0.001)THEN
C(I) = L(I)/T(I)
SinQb(I) = C(I)/Co(I)*Sin(Qo(I))
Qb(I) = Asin(sinQb(I))
Td(I) = 4*Pi*d/(L(I))
N(I) = 0.5*(1+(Td(I)/Sinh(td(I))))
Kss(I) = Co(I)/(2*N(I)*C(I))
Ksr(I) = Cos(Qo(I))/Cos(Qb(I))
Ksh(I) = SQRT(Kss(I))
Kr(I) = SQRT(Ksr(I))
H(I) = Ho(I)*Kr(I)*Ksh(I)
Hol(I) = Ho(I)*Ksh(I)
Hb(I) = Hol(I)/(3.3*((Hol(I)/Lo(I))**(1/3)))
db(I) = Hb(I)/(b-((a*Hb(I))/(g*(T(I)**2))))
Lb(I) = Lo(I)*Tan(2*Pi*db(I)/Lo(I))
Cb(I) = Lb(I)/T(I)
ELSE
LA(I) = (2*L(I)+LA(I))/3
Goto 70
Endif
100 Continue
Do 80 I=1,5
Write (3,110)
+I,Kr(I),Ksh(I),H(I),L(I),db(I),Hb(I),Cb(I),Lb(I)
Write(*,110)
+I,Kr(I),Ksh(I),H(I),L(I),db(I),Hb(I),Cb(I),Lb(I)
110 Format (I2,F6.2,1X,F6.2,1X,F6.2,1X,F6.2,1X,F6.2,1X,F6.2,1X
+ F6.2,1X,F6.2)
80 Continue
Write(3,120)
Write(*,120)
120 Format
+(('^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^')
STOP
END

```



**HASIL RUNNING PROGRAM**  
**ANALISA PERHITUNGAN SHOALING DAN REFRAKSI GELOMBANG**

Perhitungan Shoaling dan Refraksi Gelombang

Garis Pantai : Pantai Cikoneng

Arah Gelombang : Barat

Sudut Garis Pantai : 110.00

No	Ho (m)	To (s)	Qo (der)
1	0.550	4.490	80.00
2	1.080	5.610	80.00
3	1.510	6.280	80.00
4	1.950	6.840	80.00
5	2.330	7.260	80.00

No	Kr	Ksh	H (m)	L (m)	db (m)	Hb (m)	Cb (m/dt <sup>2</sup> )	Lb (m)
1	0.47	0.94	0.25	21.32	0.14	0.16	0.20	0.89
2	0.45	1.00	0.48	27.63	0.30	0.33	0.33	1.87
3	0.44	1.04	0.69	31.33	0.43	0.48	0.43	2.72
4	0.43	1.07	0.91	34.39	0.58	0.63	0.53	3.64
5	0.43	1.10	1.10	36.67	0.71	0.77	0.61	4.46

Perhitungan Shoaling dan Refraksi Gelombang

Garis Pantai : Pantai Cikoneng

Arah Gelombang : Utara

Sudut Garis Pantai : 20.00

No	Ho (m)	To (s)	Qo (der)
1	0.410	3.700	10.00
2	0.810	4.630	10.00
3	1.130	5.180	10.00
4	1.460	5.640	10.00
5	1.750	5.990	10.00

No	Kr	Ksh	H (m)	L (m)	db (m)	Hb (m)	Cb (m/dt <sup>2</sup> )	Lb (m)
1	1.00	0.92	0.37	16.72	0.10	0.11	0.17	0.64
2	1.00	0.95	0.77	22.12	0.21	0.23	0.29	1.33
3	1.00	0.98	1.10	25.23	0.30	0.33	0.37	1.92
4	0.99	1.00	1.46	27.79	0.41	0.44	0.45	2.55
5	0.99	1.02	1.78	29.73	0.50	0.54	0.52	3.13





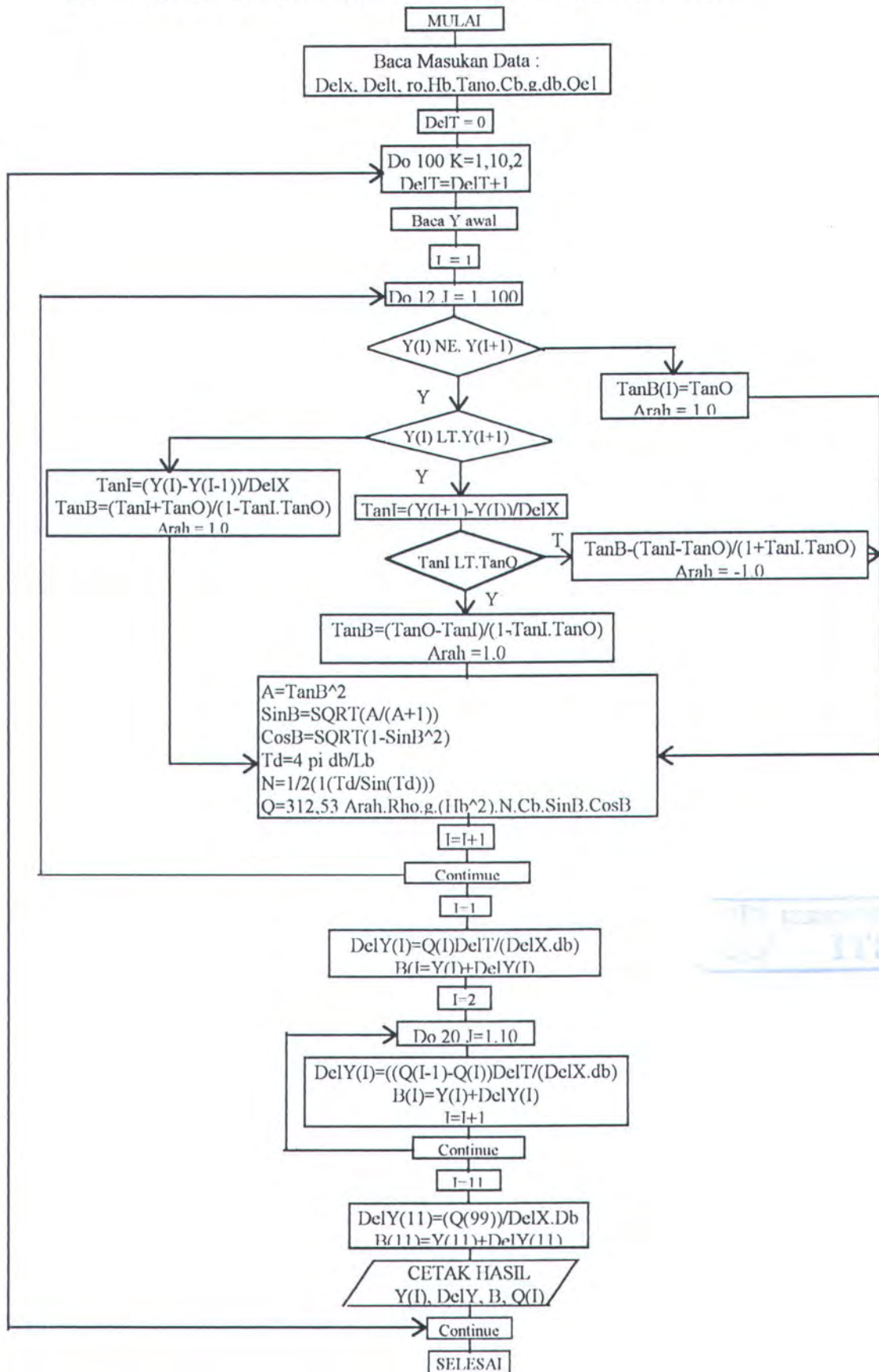
LAMPIRAN B

PROGRAM ANALISA

PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS PANTAI TANPA

BANGUNAN PELINDUNG

## FLOW CHART PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS PANTAI





**LISTING PROGRAM ANALISA PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS  
PANTAI TANPA BANGUNAN PELINDUNG**

```

c234567
C$noext
c      Program Analisa Perubahan Garis Pantai
*=====**
**              Program Analisa Perubahan Garis Pantai              **
**              METODE KOMAR                                          **
**-----**
***              Identifikasi Variabel dan Konstanta              **
**                                                                **
** g      : percepatan gravitasi bumi (9.8 m/dt2)                  **
** Lb     : Panjang gelombang pecah (m)                            **
** Cb     : Celerity gelombang pecah (m/dt2)                      **
** Hb     : Tinggi gelombang pecah (m)                            **
** Rho    : Massa jenis air laut (kg/m3)                          **
** db     : Kedalaman gelombang pecah (m)                         **
** Arah   : Menyatakan arah Littoral Drift jika arah = 1.0 maka   **
**          Littoral Drift menuju ke arah sb x positif, jika      **
**          arah = -1.0 maka Littoral Drift menuju ke arah sb x negatif**
** Y      : Koordinat garis pantai awal                            **
** DelY   : Besarnya perubahan garis pantai                        **
** B      : Koordinat garis pantai setelah mengalami perubahan    **
** DelX   : Lebar tiap pias sebesar 20 meter                       **
** DelT   : Langkah Waktu tertentu                                **
** SinB   : Sinus sudut gelombang pecah                           **
** CosB   : Cosinus sudut gelombang pecah                         **
** Q(I)   : Littoral Drift dari sel ke sel                         **
** Qel    : Besarnya sumber longshore sedimen dari sungai Cikoneng **
** Tano   : Sudut gelombang datang                                **
** TanB   : Sudut gelombang pecah                                 **
** TanI   : Sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis sejajar**
**          sumbu x                                                **
**=====**
c
      Dimension Y(12),Q(11),DelY(11),B(11),SinB(11),CosB(11),
+      A(11),TanI(11),TanB(11)
      Open(3,File='c:\Dieje\K-BQ.has')
      Rad  = 0.0175329252
      Pi   = 3.141592564
      DelX = 40.
      DelT = 5.
      TanO = (80/180)*Pi
      g    = 9.8
      Lb   = 4.46
      Cb   = 0.61
      Hb   = 0.77
      Rho  = 1.025
      db   = 0.71
      Qel  = 10.
      Y(12) = 4.

      Time = 1.
      Do 100 K=1,1
        Time = Time + DelT
c MEMANGGIL SUBROUTINE DATA
      CALL DATA (Y)

c MENGEVALUASI BESARNYA SUDUT GELOMBANG PECAH UNTUK MEMPREDIKSI
c LITTORAL DRIFT UNTUK TIAP-TIAP PIAS

      I=1
      Do 12 J=1,11
        If(Y(I).NE.Y(I+1)) Goto 6
        TanB(I) = TanO
        Arah = 1.0
        Goto 10
      6 If(Y(I).LT.Y(I+1))Goto 7

```



```

TanI(I)=(Y(I)-Y(I+1))/DelX
TanB(I)=(TanI(I)+TanO)/(1.0-TanI(I)*TanO)
Arah = 1.0
Goto 10
7 TanI(I)=(Y(I+1)-Y(I))/DelX
If(TanI(I).LT.TanO)Goto 8
TanB(I)=(TanI(I)-TanO)/(1.0+TanI(I)*TanO)
Arah= -1.0
Goto 10
8 TanB(I)=(TanO-TanI(I))/(1.0+TanI(I)*TanO)
Arah = 1.0
10 A(I) = TanB(I)**2
SinB(I) = SQRT(A(I)/(A(I)+1.0))
CosB(I) = SQRT(1.0 - SinB(I)**2)
Td = 4*Pi*db/Lb
N = 0.5*(1+(Td/Sin(Td)))
Q(I) = Arah*((6.85*365)/8.)*Rho*g*(Hb**2)*N*Cb*
+ SinB(I)*CosB(I)
I=I+1
12 Continue

```

#### C PERHITUNGAN BESARNYA PERUBAHAN GARIS PANTAI UNTUK TIAP-TIAP PIAS

```

I=1
Dely(1)=(Q(1)*DelT/(DelX*db))
B(1)=Y(1)+Dely(1)
I=2
Do 15 J=1,10
Dely(I)=(Q(I-1)-Q(I))*DelT/(DelX*db)
B(I)=Y(I)+Dely(I)
I=I+1
15 continue
I=11
Do 100 J=11
Dely(I)=(Qel+(Q(I-1)-Q(I))*delT/(DelX*db)
B(I)=Y(I)+Dely(I)
I=I+1
100 Continue

```

#### C PENULISAN HASIL

```

Write(3,220)
Write(*,220)
220 Format (1x,'No',7x,'Y awal',7x,'Delta Y',5x,
+'Y akhir',4x,'Littoral Drift',/,
+'=====')
Do 150 I = 1,11
Write (3,120)I,Y(I),Dely(I),B(I),Q(I)
Write (*,120)I,Y(I),Dely(I),B(I),Q(I)
120 Format (I3,1x,F12.3,1x,F12.3,1x,F12.3,1x,F12.3)
150 Continue
Stop
End

```

#### C SUBROUTINE INPUTAN DATA

```

SUBROUTINE DATA (Y)
DIMENSION Y(11)
OPEN (2,FILE='c:SANTI\watfor77\ORDAT1.DAT')
DO 50 I=1,11,1
READ (2,*)Y(I)
50 CONTINUE
CLOSE(2)
RETURN
END

```

Hasil running program Perubahan Garis Pantai  
 Lokasi di Pantai Cikoneng, gelombang dominan arah Barat

1. Kurun waktu : 1 tahun

Asumsi  $Q_{el}$  :  $0 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	0.400	18.500	11.353
2	17.700	-1.495	16.205	53.811
3	15.800	0.896	16.696	28.368
4	14.800	-0.100	14.700	31.200
5	13.700	-0.100	13.600	34.032
6	12.500	-1.093	11.407	65.071
7	10.200	0.595	10.795	48.168
8	8.500	0.298	8.798	39.691
9	7.100	0.299	7.399	31.200
10	6.000	0.599	6.599	14.190
11	5.500	-0.997	4.503	42.518

2. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi  $Q_{el}$  :  $0 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	1.999	20.099	11.353
2	17.700	-7.475	10.225	53.811
3	15.800	4.479	20.279	28.368
4	14.800	-0.499	14.301	31.200
5	13.700	-0.499	13.201	34.032
6	12.500	-5.465	7.035	65.071
7	10.200	2.976	13.176	48.168
8	8.500	1.492	9.992	39.691
9	7.100	1.495	8.595	31.200
10	6.000	2.995	8.995	14.190
11	5.500	-4.987	0.513	42.518

3. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi  $Q_{el}$  :  $10 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	1.999	20.099	11.353
2	17.700	-7.475	10.225	53.811
3	15.800	4.479	20.279	28.368
4	14.800	-0.499	14.301	31.200
5	13.700	-0.499	13.201	34.032
6	12.500	-5.465	7.035	65.071
7	10.200	2.976	13.176	48.168
8	8.500	1.492	9.992	39.691
9	7.100	1.495	8.595	31.200
10	6.000	2.995	8.995	14.190
11	5.500	-3.227	2.273	42.518

Hasil running program Perubahan Garis Pantai  
Lokasi di Pantai Cikoneng, gelombang dominan arah Utara

1. Kurun waktu : 1 tahun

Asumsi Qel : 0 m<sup>3</sup>

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	0.238	18.338	4.760
2	17.700	-0.890	16.810	22.561
3	15.800	0.533	16.333	11.893
4	14.800	-0.059	14.741	13.081
5	13.700	-0.059	13.641	14.268
6	12.500	-0.651	11.849	27.282
7	10.200	0.354	10.554	20.195
8	8.500	0.178	8.678	16.641
9	7.100	0.178	7.278	13.081
10	6.000	0.357	6.357	5.949
11	5.500	-0.594	4.906	17.826

2. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi Qel : 0 m<sup>3</sup>

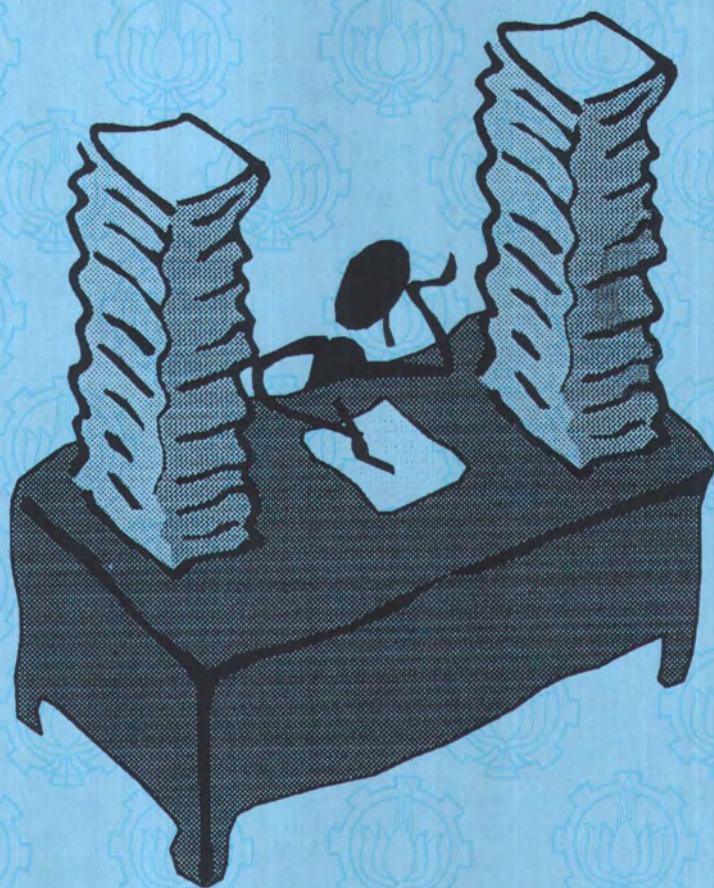
No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	1.190	19.290	4.760
2	17.700	-4.450	13.250	22.561
3	15.800	2.667	18.467	11.893
4	14.800	-0.297	14.503	13.081
5	13.700	-0.297	13.403	14.268
6	12.500	-3.253	9.247	27.282
7	10.200	1.772	11.972	20.195
8	8.500	0.889	9.389	16.641
9	7.100	0.890	7.990	13.081
10	6.000	1.783	7.783	5.949
11	5.500	-2.969	2.531	17.826

3. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi Qel : 10 m<sup>3</sup>

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	1.190	19.290	4.760
2	17.700	-4.450	13.250	22.561
3	15.800	2.667	18.467	11.893
4	14.800	-0.297	14.503	13.081
5	13.700	-0.297	13.403	14.268
6	12.500	-3.253	9.247	27.282
7	10.200	1.772	11.972	20.195
8	8.500	0.889	9.389	16.641
9	7.100	0.890	7.990	13.081
10	6.000	1.783	7.783	5.949
11	5.500	-0.469	5.031	17.826

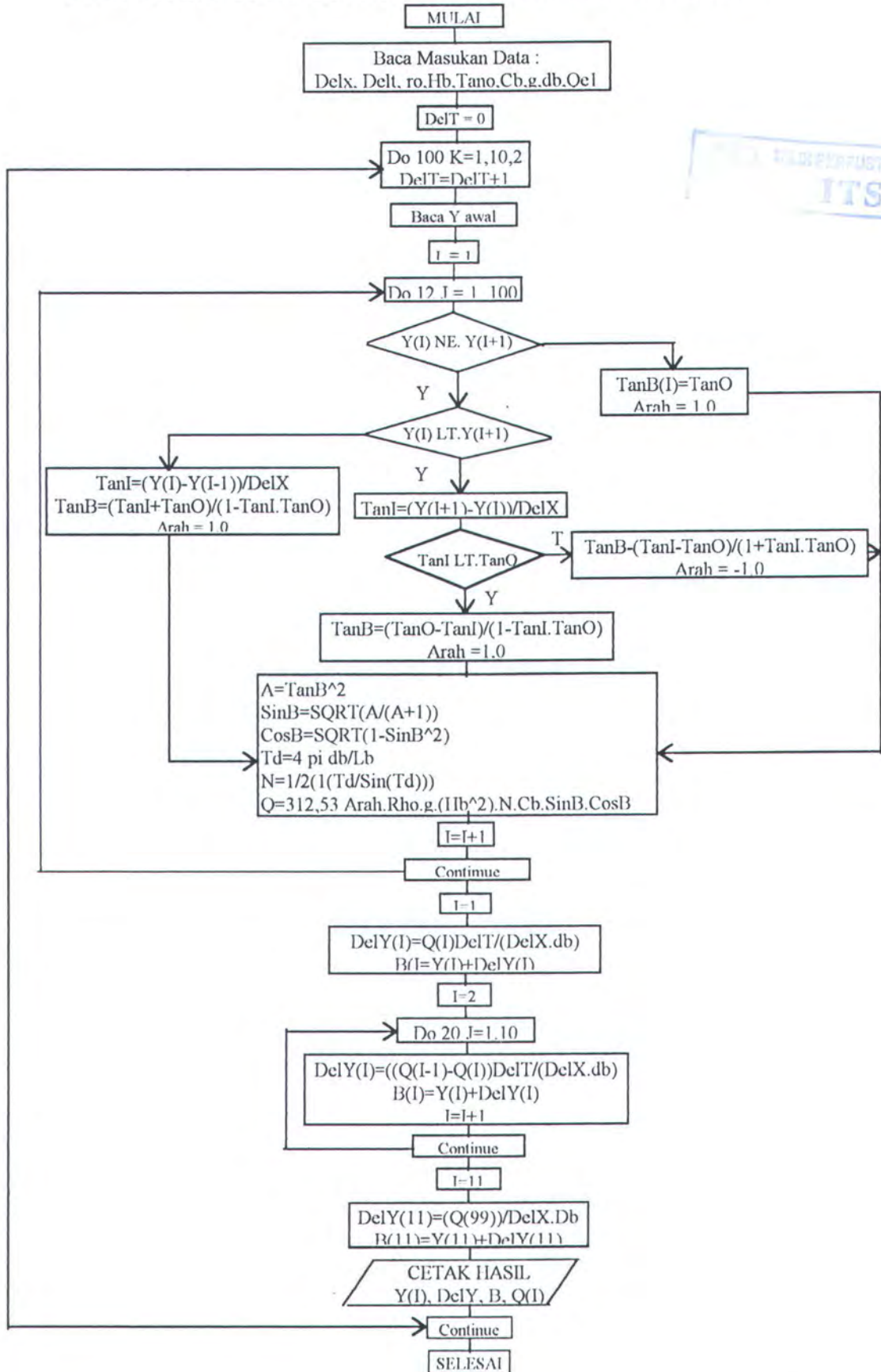




LAMPIRAN C  
PROGRAM ANALISA  
PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS PANTAI  
DENGAN BANGUNAN PELINDUNG



## FLOW CHART PERHITUNGAN PERUBAHAN GARIS PANTAI



**LISTING PROGRAM ANALISA PERHITUNGAAN PERUBAHAN GARIS  
PANTAI DENGAN BANGUNAN PELINDUNG**

```

c234567
C$noext
c      Program Analisa Perubahan Garis Pantai
*=====**
**      Program Analisa Perubahan Garis Pantai      **
**      METODE KOMAR                                **
**-----**
***      Identifikasi Variabel dan Konstanta      **
**      **                                         **
** g      : percepatan gravitasi bumi (9.8 m/dt2)  **
** Lb      : Panjang gelombang pecah (m)           **
** Cb      : Celerity gelombang pecah (m/dt2)      **
** Hb      : Tinggi gelombang pecah (m)           **
** Rho     : Massa jenis air laut (kg/m3)          **
** db      : Kedalaman gelombang pecah (m)         **
** Arah    : Menyatakan arah Littoral Drift jika arah = 1.0 maka
**           Littoral Drift menuju ke arah sb x positif, jika
**           arah = -1.0 maka Littoral Drift menuju ke arah sb x negatif**
** Y      : Koordinat garis pantai awal            **
** DelY    : Besarnya perubahan garis pantai       **
** B      : Koordinat garis pantai setelah mengalami perubahan **
** DelX    : Lebar tiap pias sebesar 20 meter      **
** DelT    : Langkah Waktu tertentu               **
** SinB    : Sinus sudut gelombang pecah          **
** CosB    : Cosinus sudut gelombang pecah        **
** Q(I)    : Littoral Drift dari sel ke sel        **
** Qel     : Besarnya sumber longshore sedimen dari sungai Cikoneng **
** Tano    : Sudut gelombang datang               **
** TanB    : Sudut gelombang pecah                **
** TanI    : Sudut yang dibentuk oleh garis pantai dengan garis sejajar**
**          sumbu x                                **
**=====**
c
      Dimension Y(12),Q(11),DelY(11),B(11),SinB(11),CosB(11),
+A(11),TanI(11),TanB(11)
      Open(3,File='c:\Dieje\KBGQ.has')
      Rad = 0.0175329252
      Pi = 3.141592564
      DelX = 40.
      DelT = 5
      TanO = (80/180)*Pi
      g = 9.8
      Lb = 4.46
      Cb = 0.61
      Hb = 0.77
      Rho = 1.025
      db = 0.71
      Qel = 10.
      Y(12) = 4.
      Time = 1.
      Do 100 K=1,1
      DelT = DelT + 1
c MEMANGGIL SUBROUTINE DATA
      CALL DATA (Y)
c MENGEVALUASI BESARNYA SUDUT GELOMBANG PECAH UNTUK MEMPREDIKSI
c LITTORAL DRIFT UNTUK TIAP-TIAP PIAS
      I=1
      Do 12 J=1,11
      If(Y(I).NE.Y(I+1)) Goto 6
      TanB(I) = TanO
      Arah = 1.0
      Goto 10
6 If(Y(I).LT.Y(I+1))Goto 7
      TanI(I)=(Y(I)-Y(I+1))/DelX

```



```

    TanB(I)=(TanI(I)+TanO)/(1.0-TanI(I)*TanO)
    Arah = 1.0
    Goto 10
7  TanI(I)=(Y(I+1)-Y(I))/DelX
    If(TanI(I).LT.TanO)Goto 8
    TanB(I)=(TanI(I)-TanO)/(1.0+TanI(I)*TanO)
    Arah= -1.0
    Goto 10
8  TanB(I)=(TanO-TanI(I))/(1.0+TanI(I)*TanO)
    Arah = 1.0
10 A(I) = TanB(I)**2
    SinB(I) = SQRT(A(I)/(A(I)+1.0))
    CosB(I) = SQRT(1.0 - SinB(I)**2)
    Td = 4*Pi*db/Lb
    N = 0.5*(1+(Td/Sin(Td)))
    Q(I) = Arah*((6.85*365)/8.)*Rho*g*(Hb**2)*N*Cb*SinB(I)*CosB(I)
    I=I+1
12 Continue
C  PERHITUNGAN BESARNYA PERUBAHAN GARIS PANTAI UNTUK TIAP-TIAP PIAS
    I=1
    DelY(1)=(Q(I)*DelT/(DelX*db))
    B(1)=Y(1)+DelY(1)
    I=2
    DelY(2)=Q(1)*DelT/(DelX*db)
    B(2)=Y(2)+DelY(2)
c  PADA PIAS INI TERDAPAT GROIN
    I=3
    DelY(3)=(Q(2))*DelT/(DelX*db)
    B(3)=Y(3)+DelY(3)
    I=4
    Do 35 J=3,4
        DelY(I)=(Q(I-1)-Q(I))*DelT/(DelX*db)
        B(I)=Y(I)+DelY(I)
        I=I+1
c  PADA PIAS INI TERDAPAT GROIN
35  Continue
    I=6
    DelY(6)=Q(5)*delT/(delx*db)
    B(6)=Y(6)+dely(6)
    I=7
    Do 50 J=6,10
        DelY(I)=(Q(I-1)-Q(I))*delT/(delx*db)
        B(I)=Y(I)+dely(I)
        I=I+1
50  Continue
    I=11
    DelY(11)=(Qel+Q(10))*delT/(delx*db)
    B(11)=Y(11)+dely(11)
100 Continue
C  PENULISAN HASIL
    Write(3,220)
    Write(*,220)
220 Format (1x,'No',7x,'Y awal',7x,'Delta Y',5x,
    +'Y akhir',4x,'Littoral Drift',/,
    +'=====')
    Do 150 I = 1,11
        Write (3,120)I,Y(I),DelY(I),B(I),Q(I)
        Write (*,120)I,Y(I),DelY(I),B(I),Q(I)
120 Format (I3,1x,F12.3,1x,F12.3,1x,F12.3,1x,F12.3)
150 Continue
    Stop
    End
C  SUBROUTINE INPUTAN DATA
    SUBROUTINE DATA (Y)
    DIMENSION Y(11)
    OPEN (2,FILE='c:\fortran\watfor77\ORDAT1.DAT')
    DO 50 I=1,11,1
        READ (2,*)Y(I)
50  CONTINUE
    CLOSE(2)

```

RETURN  
END

### Hasil running program

Perubahan Garis Pantai dengan Bangunan Pelindung  
Lokasi di Pantai Cikoneng, gelombang dominan arah Barat

1. Kurun waktu : 1 tahun

Asumsi  $Q_{el} : 0 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	0.800	18.900	11.353
2	17.700	0.800	18.500	53.811
3	15.800	3.789	19.589	28.368
4	14.800	-0.199	14.601	31.200
5	13.700	-0.199	13.501	34.032
6	12.500	2.397	14.897	65.071
7	10.200	1.190	11.390	48.168
8	8.500	0.597	9.097	39.691
9	7.100	0.598	7.698	31.200
10	6.000	1.198	7.198	14.190
11	5.500	0.999	6.499	42.518

2. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi  $Q_{el} : 0 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	2.399	20.499	11.353
2	17.700	2.399	20.099	53.811
3	15.800	11.368	27.168	28.368
4	14.800	-0.598	14.202	31.200
5	13.700	-0.598	13.102	34.032
6	12.500	7.190	19.690	65.071
7	10.200	3.571	13.771	48.168
8	8.500	1.791	10.291	39.691
9	7.100	1.794	8.894	31.200
10	6.000	3.594	9.594	14.190
11	5.500	2.998	8.498	42.518

3. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi  $Q_{el} : 10 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	2.399	20.499	11.353
2	17.700	2.399	20.099	53.811
3	15.800	11.368	27.168	28.368
4	14.800	-0.598	14.202	31.200
5	13.700	-0.598	13.102	34.032
6	12.500	7.190	19.690	65.071
7	10.200	3.571	13.771	48.168
8	8.500	1.791	10.291	39.691
9	7.100	1.794	8.894	31.200
10	6.000	3.594	9.594	14.190
11	5.500	5.111	10.611	42.518

## Hasil running program

Perubahan Garis Pantai dengan Bangunan Pelindung  
 Lokasi di Pantai Cikoneng, gelombang dominan arah Utara

1. Kurun waktu : 1 tahun

Asumsi  $Q_{el}$  :  $0 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	0.476	18.576	4.760
2	17.700	0.476	18.176	22.561
3	15.800	2.256	18.056	11.893
4	14.800	-0.119	14.681	13.081
5	13.700	-0.119	13.581	14.268
6	12.500	1.427	13.927	27.282
7	10.200	0.709	10.909	20.195
8	8.500	0.355	8.855	16.641
9	7.100	0.356	7.456	13.081
10	6.000	0.713	6.713	5.949
11	5.500	0.595	6.095	17.826

2. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi  $Q_{el}$  :  $0 \text{ m}^3$

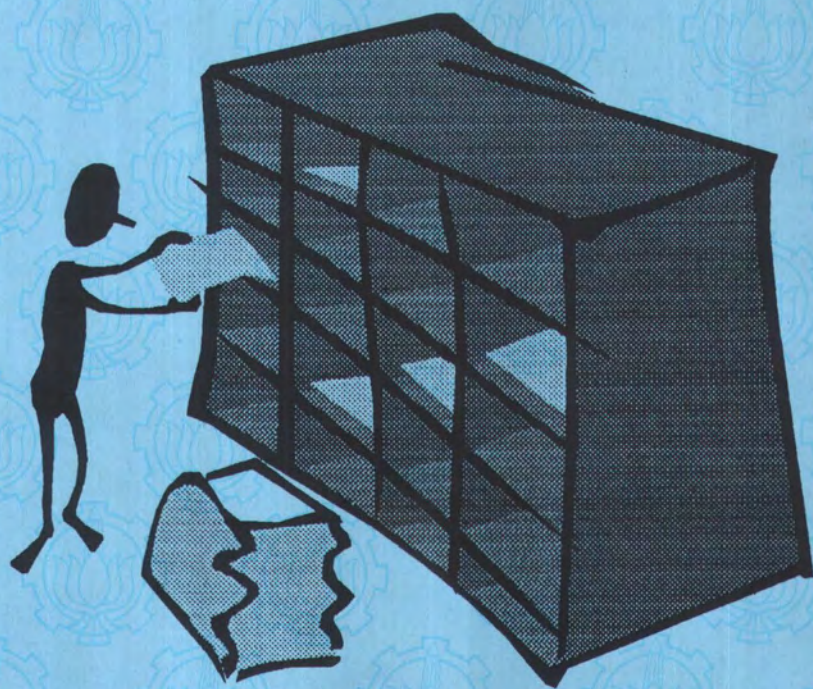
No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	1.428	19.528	4.760
2	17.700	1.428	19.128	22.561
3	15.800	6.768	22.568	11.893
4	14.800	-0.356	14.444	13.081
5	13.700	-0.356	13.344	14.268
6	12.500	4.280	16.780	27.282
7	10.200	2.126	12.326	20.195
8	8.500	1.066	9.566	16.641
9	7.100	1.068	8.168	13.081
10	6.000	2.139	8.139	5.949
11	5.500	1.785	7.285	17.826

3. Kurun waktu : 5 tahun

Asumsi  $Q_{el}$  :  $10 \text{ m}^3$

No	Y awal	Delta Y	Y akhir	Littoral Drift
1	18.100	1.428	19.528	4.760
2	17.700	1.428	19.128	22.561
3	15.800	6.768	22.568	11.893
4	14.800	-0.356	14.444	13.081
5	13.700	-0.356	13.344	14.268
6	12.500	4.280	16.780	27.282
7	10.200	2.126	12.326	20.195
8	8.500	1.066	9.566	16.641
9	7.100	1.068	8.168	13.081
10	6.000	2.139	8.139	5.949
11	5.500	4.785	10.285	17.826

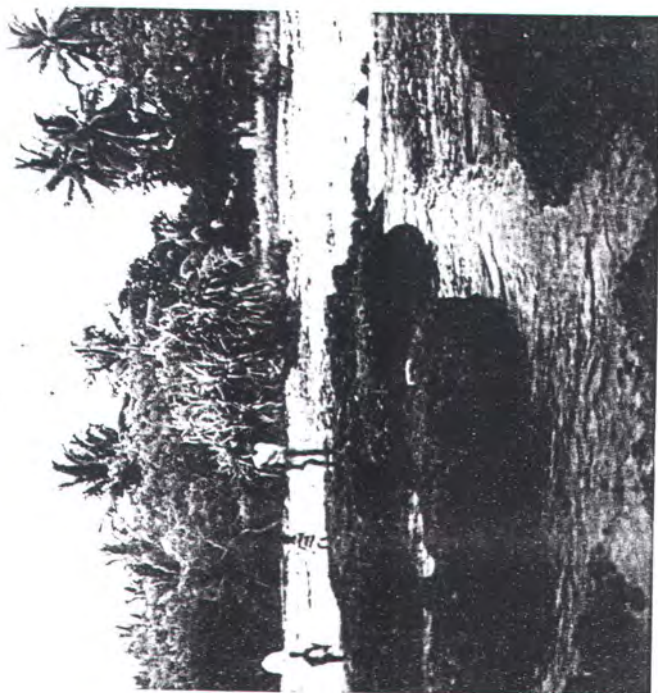
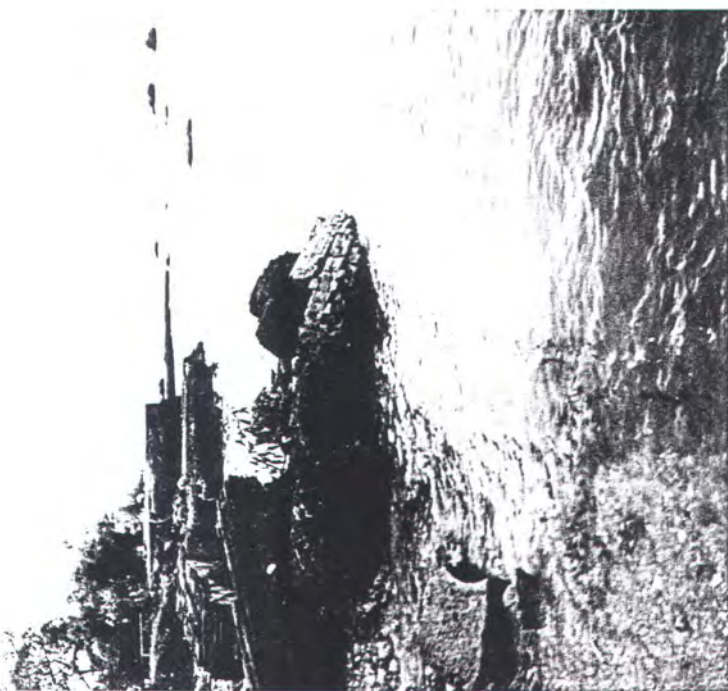




LAMPIRAN D

FOTO-FOTO LOKASI KERUSAKAN  
PANTAI CIKONENG - CARITA JAWA BARAT





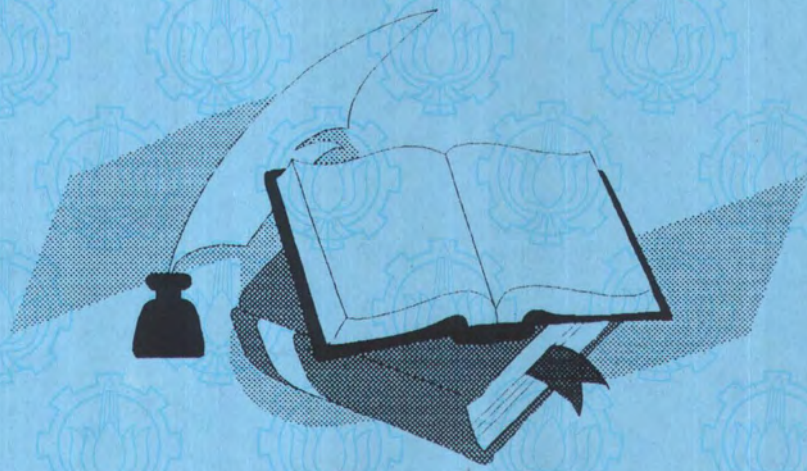






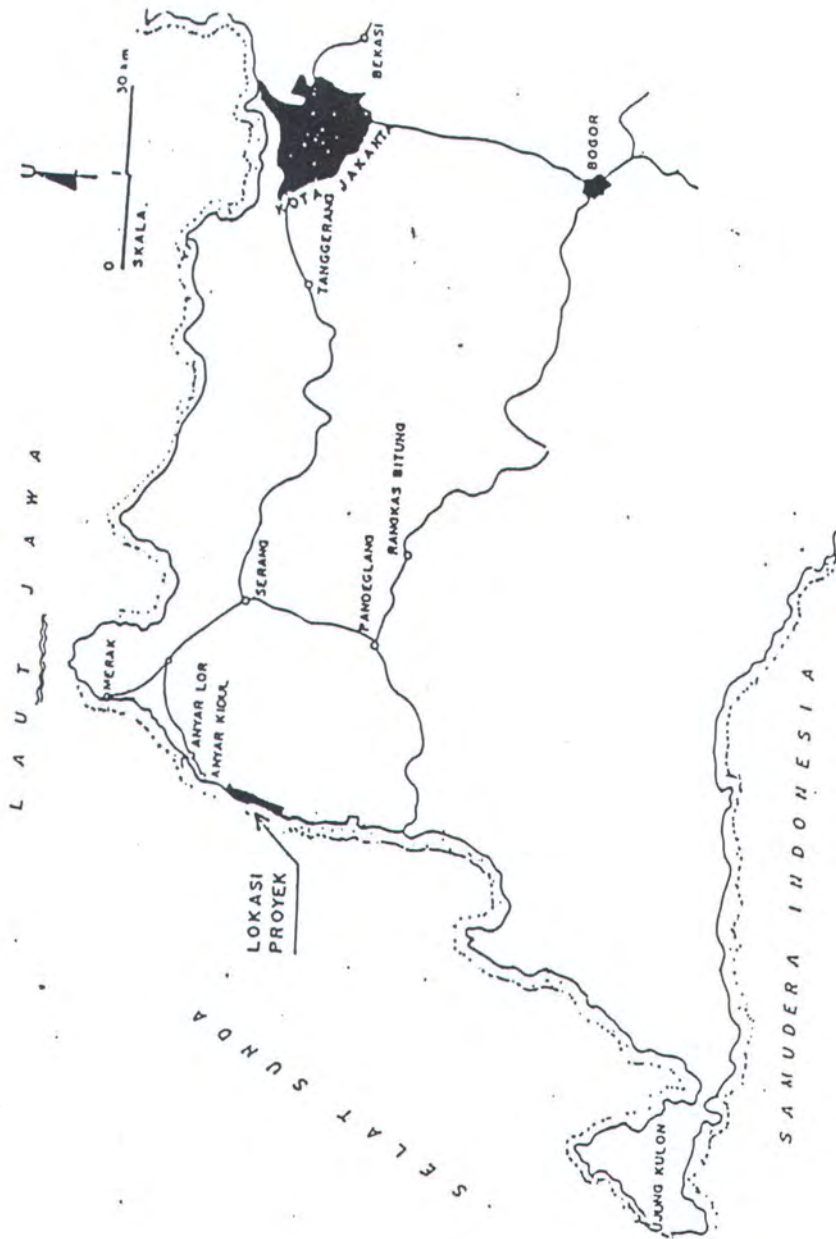




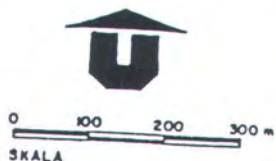
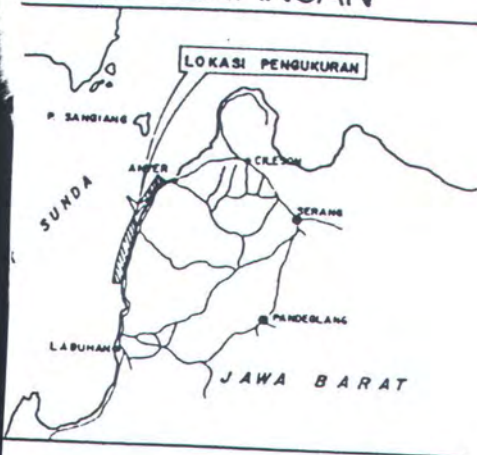


LAMPIRAN E  
PETA LOKASI DAN PETA BATHIMETRY  
PANTAI CIKONENG - CARITA JAWA BARAT





# KETERANGAN



PENGUKURAN DILAKUKAN BULAN SEPTEMBER 1992  
 ORDINAT BERDASARKAN BM TTG 325  
 (X = 10.000 · Y = 10.000) / LOKAL  
 ELEVASI BERDASARKAN MUKA AIR RATA-RATA  
 (SL = 0,00)

- Bench Mark
- Patok tetap (beton Ø 10 Cm)
- Patok ukur (Propil)
- Patok Km Jalan
- Jalur Polygon
- Garis Pantai
- Garis Kontur
- Sungai
- Jalan
- Menara Suar
- Tembok laut
- Tembok pagar / batas hotel
- Pagar hidup / pagar kawat
- Pasangan batu kosong
- Perkampungan
- Kuburan Islam
- Pohon kelapa
- Batas karang

Jurusan Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh November

### FORMULIR UNTUK MAJU UJIAN TUGAS AKHIR

Setelah mengevaluasi kemajuan yang telah dicapai oleh :

Nama mhs : Rofiq Santoso

NRP : 4394.100.012

Judul TA : Perencanaan Bangunan Pengaman dan Pelindung  
Pantai Akibat Erosi di Pantai Cikoneng-Carita  
Jawa Barat

Masa Berlaku

SK TA : 5 Februari 2000

Maka kami dosen pembimbing daari mahasiswa tersebut  
mengijinkan untuk maju ujian Tugas Akhir (P-3) yang akan  
diadakan pada tanggal :

Surabaya, 7 Februari 2000

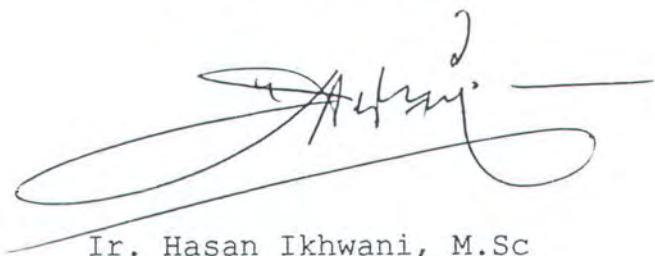
Dosen Pembimbing I



Ir. Arief Soeroso, M.Sc

NIP : 130.937.969

Dosen Pembimbing II



Ir. Hasan Ikhwani, M.Sc

NIP : 132.048.145



**LEMBAR PRESENTASI KONSULTASI TUGAS AKHIR**

NAMA MAHASISWA : ROFIQ SANTOSO  
NOMOR POKOK : 4394.100.012  
DOSEN PEMBIMBING I : Ir. ARIEF SOEROSO, M.Sc  
DOSEN PEMBIMBING II : Ir. HASAN IKHWANI, M.Sc  
  
TUGAS MULAI : AGUSTUS 1999  
TUGAS DISELESAIKAN : 15 FEBRUARI 2000  
JUDUL TUGAS AKHIR : PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN DAN  
PELINDUNG PANTAI AKIBAT EROSI DI  
PANTAI CIKONENG-CARITA JAWA BARAT

NO	TANGGAL	KONSULTASI MENGENAI	TANDA TANGAN DOSEN PEMBIMBING I
1	7/10/1999	BAB I	
2	9/11/1999	BAB II	
3	11/12/1999	BAB III	
4	17/12/1999	BAB IV	
5	27/01/2000	BAB V	
6	4/02/2000	BAB VI	
7	10/02/2000	SELESAI	

Catatan : Lembar presentasi dan konsultasi ini harus ditunjukkan pada saat ujian TA

**LEMBAR PRESENTASI KONSULTASI TUGAS AKHIR**

NAMA MAHASISWA : ROFIQ SANTOSO  
NOMOR POKOK : 4394.100.012  
DOSEN PEMBIMBING I : Ir. ARIEF SOEROSO, M.Sc  
DOSEN PEMBIMBING II : Ir. HASAN IKHWANI, M.Sc  
  
TUGAS MULAI : AGUSTUS 1999  
TUGAS DISELESAIKAN : 15 FEBRUARI 2000  
JUDUL TUGAS AKHIR : PERENCANAAN BANGUNAN PENGAMAN DAN  
PELINDUNG PANTAI AKIBAT EROSI DI  
PANTAI CIKONENG-CARITA JAWA BARAT

NO	TANGGAL	KONSULTASI MENGENAI	TANDA TANGAN DOSEN PEMBIMBING II
1	7/10/1999	BAB I	
2	9/11/1999	BAB II	
3	11/12/1999	BAB III	
4	17/12/1999	BAB IV	
5	27/01/2000	BAB V	
6	4/02/2000	BAB VI	
7	10/02/2000	SELESAI	

Catatan : Lembar presentasi dan konsultasi ini harus ditunjukkan pada saat ujian TA

